

**Propuesta de incentivos para el desarrollo de proyectos de autogeneración  
de energía eólica en el departamento de Cundinamarca**

**Fernando Calixto Chavarro**

**Luz Milena Garzón Orjuela**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA**

**Facultad de Ciencias Ambientales**

**Especialización en Gestión Ambiental Urbana**

**Bogotá D.C., abril de 2016**

**Propuesta de incentivos para el desarrollo de proyectos de autogeneración  
de energía eólica en el departamento de Cundinamarca**

**Fernando Calixto Chavarro**

**Luz Milena Garzón Orjuela**

**Director**

**Jairo Bárcenas Sandoval**

**Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del título de Especialistas  
en Gestión Ambiental Urbana.**

**Bogotá D.C., 30 abril de 2016**

**Universidad Piloto de Colombia**

**Facultad de Ciencias Ambientales - Esp. Gestión Ambiental Urbana**

PROPUESTA DE INCENTIVOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE  
AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA EN EL DEPARTAMENTO EN  
CUNDINAMARCA.

TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                      | 7  |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                        | 9  |
| 3. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA:.....                        | 16 |
| 4. OBJETIVOS .....   | 16 |
| 4.1    OBJETIVO GENERAL.....                               | 16 |
| 4.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                          | 16 |
| 5. METODOLOGÍA.....  | 17 |
| 5.1    Identificación de las Tecnologías:.....             | 17 |
| 5.2    Priorización de tipos de Incentivos: .....          | 18 |
| 5.3    Diseño fichas metodológicas:.....                   | 18 |
| 6. ANTECEDENTES .....                                      | 19 |
| 6.1    ANTECEDENTES HISTÓRICOS:.....                       | 19 |
| 7. MARCO REFERENCIAL.....                                  | 21 |
| 8. MARCO CONCEPTUAL .....                                  | 22 |
| 8.1. Unidades del sistema internacional de Medidas: .....  | 22 |
| 8.2. Energía Eólica: .....                                 | 23 |
| 8.3. Aire: .....   | 24 |
| 8.4. Definición de motivación y satisfacción:.....         | 24 |
| 8.5. Definición de incentivo o Estimulo:.....              | 27 |
| 8.5. Definiciones del concepto de incentivo: .....         | 28 |
| 9. MARCO TEÓRICO:.....                                     | 28 |
| 9.1. Rugosidad del suelo: .....                            | 29 |
| 9.2. Longitud de Rugosidad del Viento: .....               | 29 |
| 9.3. Generadores eólicos:.....                             | 30 |
| 9.4. Un ejemplo de uso de energía eólica en Colombia:..... | 31 |
| 9.5. Ventajas y Desventajas de los incentivos.....         | 32 |
| 10. MARCO CONTEXTUAL .....                                 | 33 |
| 10.1. Marco Geográfico:.....                               | 34 |
| 10.2. Marco contextual Energético:.....                    | 37 |

|   |    |
|---|----|
| 11. MARCO JURÍDICO .....  | 40 |
| 12. IDENTIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA CON BASE EN GENERACIÓN EÓLICA, APLICABLE A LAS CONDICIONES DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DESDE LA PERSPECTIVA DE AUTOGENERACIÓN. .... | 45 |
| 12.1. Partes de un Generador Eólico: .....  | 46 |
| 12.2. Tipos de Generadores eólicos: .....   | 46 |
| 12.2.1. Generadores de eje Horizontal: .....  | 47 |
| 12.2.2. Generadores de eje Vertical:.....   | 48 |
| 12.2.3. Prototipos generados en Investigaciones: .....  | 48 |
| 12.2.3. Comparación de los prototipos. ....   | 52 |
| 12.2.4. Tecnología escogida .....   | 55 |
| 13. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS DIFERENTES FIGURAS DE INCENTIVOS QUE SE PUEDEN APLICAR A NIVEL MUNICIPAL O DEPARTAMENTAL PARA EL FOMENTO DE PROYECTOS DE AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA. ....            | 57 |
| 13.1. Clases de incentivos. ....  | 58 |
| 13.2. Aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de un Incentivo Institucional: .....  | 61 |
| 13.3. Priorización de los Incentivos más adecuados para el departamento de Cundinamarca. ....   | 63 |
| 13.3.1. Incentivos directos o financieros: .....  | 63 |
| 13.3.2. Incentivos Indirectos o no financieros: .....   | 64 |
| 13.3.3. Positivos: .....  | 64 |
| 13.3.4. Cruzados:.....  | 64 |
| 14. DISEÑO DE UNA BATERÍA DE INCENTIVOS CON SUS FICHAS METODOLÓGICAS PARTICULARIZADOS Y CORRELACIONADAS AL FOMENTO DEL USO DE ENERGÍA EÓLICA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA. ....                               | 65 |
| 14.1. Incentivo 1 – Disminución en el impuesto Predial. ....  | 65 |
| 14.2. Incentivo 2 – Descuento en el impuesto de Industria y Comercio. ....  | 67 |
| 14.3. Incentivo 3: Descuento por importación. ....  | 68 |
| 14.4. Cálculo Huella Ecológica y Valor del carbono fijado por ahorro en producción de Energía Eólica proyectada. ....   | 70 |
| 14.5. Otros incentivos planteados .....   | 72 |
| 14.5.1. Incentivo 4 – Puntos adicionales en la calificación para las propuestas de licitaciones. ...  | 72 |
| 14.5.2. Incentivo 5 – Creación subsidio en el recibo de energía eléctrica: .....  | 72 |
| 14.5.3. Incentivo 6 – Bono único a funcionarios y contratistas: .....   | 72 |
| 14.5.4. Incentivo 7 – Subsidio para estudios superiores en estudios profesionales o de posgrado: .....  | 73 |

|  |    |
|--|----|
| 14.5.5. Incentivo 8 – Reconocimiento social:.....  | 74 |
| 14.5.6. Incentivo 9 – Modificación de horarios laborales a Personal en estudios FNCE ..... | 75 |
| 14.5.7. Incentivo 10 – Inclusión en programas especiales y estímulo integrativo.....       | 76 |
| 14.11 ¿Cómo presentar este proyecto en un municipio? .....                                 | 77 |
| 15. CONCLUSIONES: .....  | 78 |
| 15.1 CONCLUSIONES GENERALES .....  | 78 |
| 15.2. RECOMENDACIONES .....  | 81 |
| 16. BIBLIOGRAFÍA .....   | 84 |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 84 |

## **TABLA DE ILUSTRACIONES**

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1: Tasas de crecimiento poblacional en Cundinamarca por zonas 2013-2014.....            | 12 |
| Ilustración 2 consumo de energía por usuario 2012.....  | 13 |
| Ilustración 3 Hitos históricos importantes en el uso de energía eólica.....                         | 20 |
| Ilustración 4. Comparación de los modelos de Motivación de Maslow y de Herzberg .....               | 27 |
| Ilustración 5. Generador de eje vertical .....  | 31 |
| Ilustración 6. Generadores eólicos horizontales.....  | 31 |
| Ilustración 7. Ubicación Parque Eólico Jepírachi.....   | 32 |
| Ilustración 8 División política de Colombia.....  | 35 |
| Ilustración 9 Ubicación en el contexto nacional.....  | 36 |
| Ilustración 10, Ubicación de proyectos donde se realiza medición de potenciales eléctricos.....     | 38 |
| Ilustración 11: Partes de un generador eólico pequeño.....  | 46 |
| Ilustración 12 Partes mecánicas de una turbina eólica .....   | 46 |
| Ilustración 13 Turbina eólica de eje vertical .....   | 47 |
| Ilustración 14 Turbina de eje Horizontal.....   | 47 |
| Ilustración 15, velocidad media del viento de superficie, promedio multianual mes de diciembre..... | 51 |
| Ilustración 16, foto de microgenerador eólico escogido .....  | 55 |
| Ilustración 17. Priorización de los Incentivos más adecuados para el caso de Cundinamarca .....     | 63 |

## **LISTADO DE TABLAS**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Tarifas de energía eléctrica valor del Kwh, reguladas por la comisión de regulación de energía eléctrica y gas (GREG). ..... | 11 |
| Tabla 2. Costo promedio de acuerdo al consumo .....   | 11 |
| Tabla 3. Consumo per cápita de energía eléctrica en el contexto regional (Kwh). .....   | 14 |
| Tabla 4. Proyección de Demanda de Energía, Tres Escenarios, UCP Centro, Gwh.....  | 15 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 5. Magnitudes, Nombres y Símbolos del Sistema Internacional.....  | 22 |
| Tabla 6. Escala de Rugosidad del terreno .....  | 30 |
| Tabla 7. Ventajas y Desventajas de los Incentivos .....   | 33 |
| Tabla 8. Avance en Proyectos de Generación Eléctrica a Nivel Nacional.....  | 37 |
| Tabla 9. Consumo de Energía Eléctrica en el Contexto Regional (Gwh) .....   | 39 |
| Tabla 10. Consumo de Energía Eléctrica per cápita en la Región Capital entre 2000 y 2012 (Kwh por habitante)..... | 39 |
| Tabla 11. Marco Jurídico: .....   | 40 |
| Tabla 12. Cuadro Comparativo de Propiedades de los Prototipos: .....  | 53 |
| Tabla 13. Consumo en Kwh mes para Iluminación .....   | 56 |
| Tabla 14, Incentivo 1, Descuento sobre impuesto predial.....  | 66 |
| Tabla 15. Incentivo 2; beneficio sobre industria y comercio. ....   | 67 |
| Tabla 16. Incentivo 3, Subsidio Ministerio de Minas. ....   | 69 |

## PROPUESTA DE INCENTIVOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

### 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo actualmente existe una marcada tendencia a la utilización de fuentes no convencionales de energía (FNCE), ya que estas reducen en gran medida las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), reducen el impacto sobre los ecosistemas en comparación con fuentes convencionales de generación eléctrica como la hidro o termo eléctricas; así mismo es cierto que existen muy pocos incentivos que impulsen la autogeneración de energía eólica, como una alternativa energética viable dentro del contexto nacional y regional.

Por otra parte recientemente, el gobierno nacional de Colombia, ante la crisis energética generada por el fenómeno del niño, crea una serie de incentivos que buscan disminuir el consumo de energía eléctrica en un 5%, entre estos se plantea, el uso de plantas que actualmente funcionan a gasolina o diésel, causando así, aumento en la producción de GEI; mientras el gobierno de la Ciudad de Bogotá, plantea un ahorro hasta de un 10% del consumo promedio en los hogares e industrias.

Desde la idea expuesta en el párrafo anterior, si en cambio de promover el uso de plantas a gasolina o diésel, se apoyara la producción de energía eólica, a través de pequeños o micro generadores, se podría pensar en un mediano plazo (dos a cinco años a juicio de los autores) realizar un aporte a la crisis energética nacional, logrando la autogeneración limpia a costo razonable, con una fuente inagotable, como son las corrientes de aire.

Esta monografía se basa en el diseño de incentivos que permitan con la futura implementación de los mismos estimular el uso de generadores de energía eólica enfocados al departamento de Cundinamarca.

No se puede dejar de decir, que los incentivos han servido como estrategia para el logro de objetivos de diferentes tipos desde al ámbito gubernamental hasta en el campo deportivo, con excelentes resultados, lo que hace de estos una importante herramienta para lograr una meta o llegar a un objetivo, sin importar cuál sea este.

Se pretende a través de revisión documental, de normas, antecedentes investigativos y experiencias de autogeneración de energía eólica, pensar que se puedan aplicar estos en el departamento de Cundinamarca; realizando así un aporte a la generación de energías limpias, renovables, no convencionales; que otorguen un avance hacia la seguridad energética, disminución de producción de gases de efecto invernadero, impacto ambiental y capacidad de adaptarse rápidamente al cambio climático, ya que es innegable la necesidad actual de disminuir la producción gases causados por la quema de combustibles fósiles; buscando la sustitución de estos por energías alternativas no convencionales limpias, que a futuro reduzcan la contaminación de CO<sub>2</sub>, como principal gas causante.

El lector encontrará una revisión de aspectos legales que permiten su uso, reconocimiento de bibliografía que define aspectos teóricos básicos que estén al alcance de cualquier persona sin tener en cuenta su desarrollo académico; y que sea aplicable al contexto territorial cundinamarqués.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las diferentes actividades antrópicas, como son la quema de combustibles fósiles, el constante crecimiento industrial, la explotación indiscriminada del petróleo y sus derivados, entre otras; han generado el denominado fenómeno de calentamiento global, debido a los GEI que evitan el escape del calor hacia el espacio; el más conocido de estos es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que se acumulan en la atmósfera creando cambios drásticos en los ciclos climáticos históricos, tales como abundancia hídrica (fenómeno de la niña) y sequía en exceso (fenómeno del niño).

Además, hoy por hoy las políticas colombianas y las compañías prestadoras de servicios públicos, limitan y no patrocinan la implementación de proyectos y propuestas que promuevan la generación y uso de estas energías; excepto la Ley 1715 del 13 de mayo de 2014 *“Por medio de la cual se regula la integración de las fuentes de energía no convencionales (FNCE) al Sistema Energético Nacional”*.

Es apenas obvio que aunque la energía eólica en dicha ley está más enfocada en el uso en regiones rurales y apartadas, en ningún momento se menciona que no tenga aplicabilidad en zonas urbanas.

Actualmente el ejecutivo creó una serie de incentivos que buscan disminuir el consumo energético nacional y que pretende evitar racionamientos que crearían conmoción en el crecimiento económico, para industrias, hogares y comunidad en general, que en cierto modo dependen de la electricidad; repitiendo el suceso del año 1992 con el gobierno del presidente César Gaviria Trujillo.

Entre dichos incentivos, se encuentran estimular a las empresas que autogeneren energía a través de plantas y otro tipo de mecanismos, que, al contrario, generan un aumento en la producción de GEI, ya que estas, funcionan generalmente con gasolina o diésel.

En el contexto departamental, son pocos los alicientes para la elaboración de proyectos de autogeneración de fuentes no convencionales de energía, y nulos los que involucran generación de energía eólica.

Por otro lado, es apenas obvio darse cuenta que en Colombia tenemos una total dependencia de la generación eléctrica por medio de Hidro o Termo eléctricas, las primeras afectan el flujo normal de biomasa en los eco sistémicas y la segunda por tratarse de generación con carbón, tiene gran producción de GEI.

Aunque la tecnología e investigación actual, han permitido que estos sistemas de generación sean considerados actualmente como de bajo impacto ambiental; los autores creen que la posible solución a la actual crisis energética que existe en el país debería estar basada en lograr mayores niveles de generación de energía a través de FNCE, siendo la solar y la eólica las dos fuentes más conocidas de este tipo.

A continuación, veremos algunas estadísticas que permitirán justificar la afirmación anterior.

Es importante determinar el costo del kwh, y hacer algunas inferencias hechas con base en este costo.

**Tabla 1. Tarifas de energía eléctrica valor del Kwh, reguladas por la comisión de regulación de energía eléctrica y gas (GREG).**

| SECTOR RESIDENCIAL NIVEL DE TENSION 1 |                            |                               |                                    |                                   |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| ESTRATO (E)                           | RANGO DE CONSUMO (kWh-mes) | PROPIEDAD DE CODENSA (\$/kWh) | PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) (\$/kWh) | PROPIEDAD COMPARTIDA (*) (\$/kWh) |
| E1                                    | 0-CS(+)<br>Más de CS       | 186,6138<br>466,5346          | 172,7718<br>431,9296               | 179,6928<br>449,2321              |
| E2                                    | 0-CS(+)<br>Más de CS       | 233,2673<br>466,5346          | 215,9648<br>431,9296               | 224,6161<br>449,2321              |
| E3                                    | 0-CS(+)<br>Más de CS       | 396,5544<br>466,5346          | 367,1402<br>431,9296               | 381,8473<br>449,2321              |
| E4                                    | Todo consumo               | 466,5346                      | 431,9296                           | 449,2321                          |
| E5                                    | Todo consumo               | 559,8415                      | 518,3155                           | 539,0785                          |
| E6                                    | Todo consumo               | 559,8415                      | 518,3155                           | 539,0785                          |

(+) CS: Consumo de Subsistencia

Fuente. <https://www.codensa.com.co/hogar/tarifas,tarifario> Marzo de 2016, CODENSA.

Como se puede leer en la tabla anterior, el valor del kwh, dependerá del estrato socio económico y si la red de distribución es propiedad del distribuidor, compartida o propiedad del cliente; para este caso se tomarán los valores cuando la red es propiedad de la empresa distribuidora y para consumo residencial.

**Tabla 2costo promedio de acuerdo al consumo**

| Estrato                                     | Costo kwh 2016 | Consumo per cápita, promedio Multianual | Promedio de Costo  | Produccion de CO2 en Kg/año |
|---|----------------|---|--------------------|-----------------------------|
|   |                | Cundinamar ca/ Kwh (año)                | Cundinamarca (año) | Cundinamarca (año)          |
| E1  | 466,53         | 290,4                                   | 135480,31          | 27,588                      |
| E2  | 466,53         | 298                                     | 139025,94          | 28,31                       |
| E3  | 466,53         | 298                                     | 139025,94          | 28,31                       |
| E4  | 466,53         | 298                                     | 139025,94          | 28,31                       |
| E5  | 599,84         | 298                                     | 178752,32          | 28,31                       |
| E6  | 599,84         | 298                                     | 178752,32          | 28,31                       |
| Produccion de Carbono por persona en un año |                |   |                    | 28,18966667                 |
| Produccion de Carbono por hogar en un año   |                |   |                    | 112,7586667                 |

Fuente: Propia, basados en datos estadísticos presentados.

De la tabla anteriormente se puede deducir que el costo del consumo de energía mensual de una persona está en \$11.290, si unimos a esto que se sabe que el número de personas concentradas por hogar a nivel departamental fue de 3,18. (Gobernación de Cundinamarca, Estadísticas de Cundinamarca 2011-2013, Primera Edición 2014, Bogotá, Colombia 2014, página 67), es decir, 4 personas por hogar, esto hace fácil determinar que un hogar gasta en promedio \$45.160, en consumo energético, si tenemos en cuenta que en Colombia el salario mínimo legal vigente es de \$689.454, se puede indicar que en el Departamento de Cundinamarca en promedio se gasta un 6,55% del salario mensual en consumo de energía eléctrica; es decir, un promedio de \$ 1.505 día. Esto lo hace un servicio costoso si pensamos que debido a las jornadas laborales y distancias de trabajo o jornadas escolares, se permanece un bajo número de horas en el hogar y por demás aproximadamente la mitad de ellas se está durmiendo.

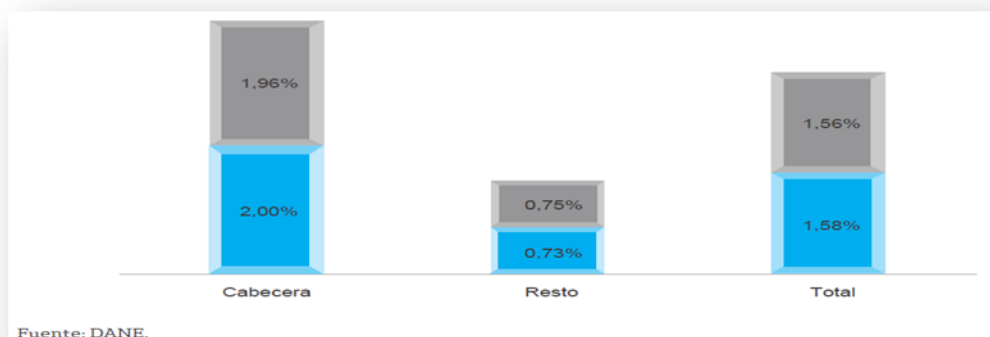


Ilustración 1: Tasas de crecimiento poblacional en Cundinamarca por zonas 2013-2014

Fuente: Gobernación de Cundinamarca, Estadísticas de Cundinamarca 2011-2013, Primera Edición 2014, Bogotá, Colombia 2014, página 45.

Como se puede leer en la gráfica anterior, el crecimiento en las cabeceras municipales en el departamento de Cundinamarca estuvo cercano al 2 %, mientras en las zonas rurales cercano al 0.7%, lo que indica claramente que el crecimiento en zonas urbanas es mucho mayor.

Por otro lado, podemos ver el consumo por usuarios de acuerdo con el siguiente mapa:

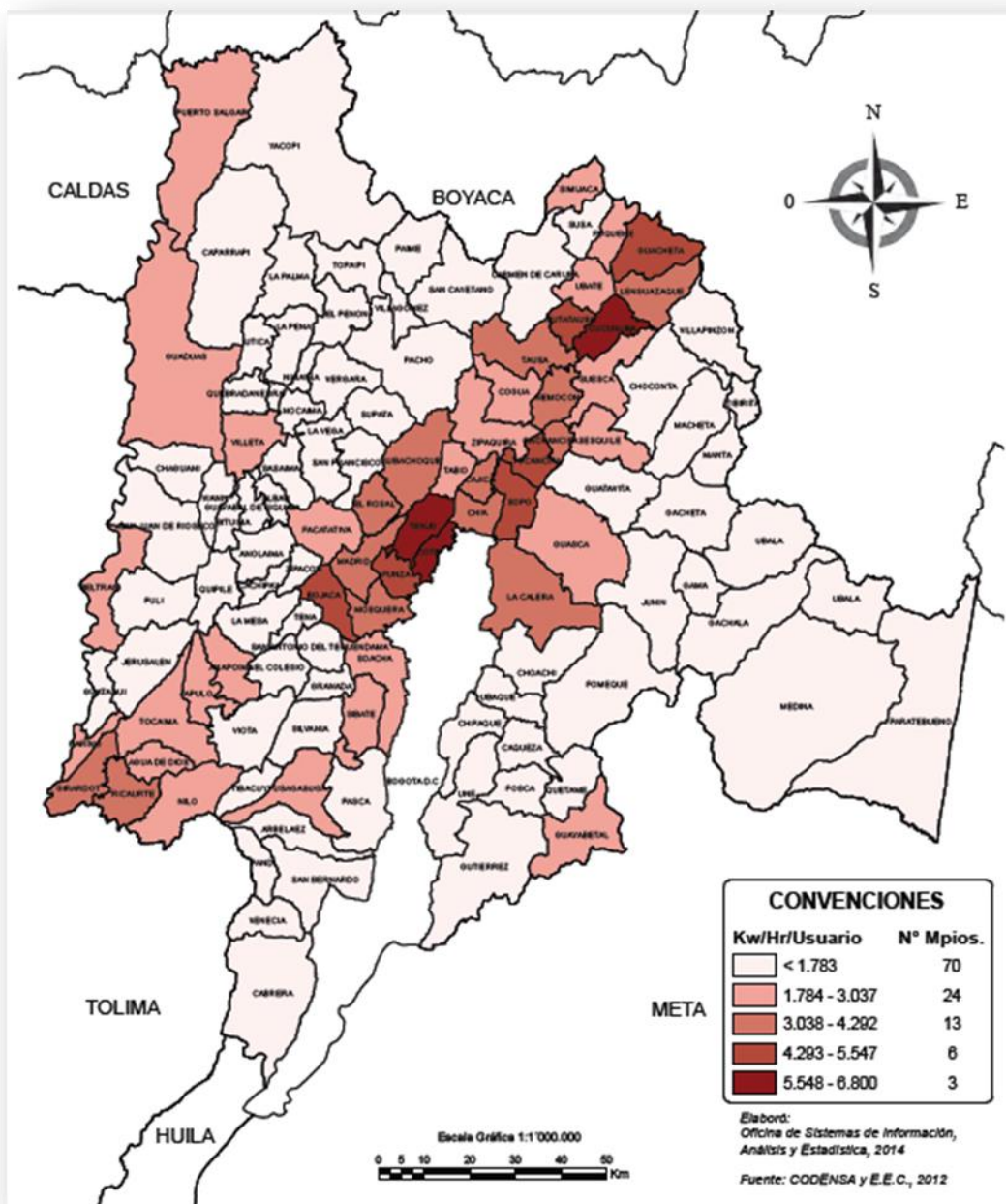


Ilustración 2 consumo de energía por usuario 2012

Fuente: Fuente: Gobernación de Cundinamarca, Estadísticas de Cundinamarca 2011-2013, Primera Edición 2014, Bogotá, Colombia 2014, página 191

Como se ve en el mapa anterior, los municipios cercanos a Bogotá, presentan un mayor consumo energético, lo que hace apenas obvio pensar que si unimos las dos estadísticas anteriores, es decir un crecimiento poblacional en los cascos municipales y un fuerte consumo energético en municipios cercanos a Bogotá, se puede determinar que Cundinamarca por rodear a la capital, por decirlo de alguna forma, genera crecimiento poblacional y por ende una mayor demanda en el consumo eléctrico.

La tabla que se muestra a continuación permite analizar el consumo de Bogotá y Cundinamarca.

**Tabla 3. Consumo per cápita de energía eléctrica en el contexto regional (Kwh)**

|                          | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>1. Región Capital</b> | <b>1.009</b> | <b>987</b>   | <b>1.011</b> | <b>1.024</b> | <b>1.055</b> | <b>1.084</b> | <b>1.125</b> | <b>1.179</b> | <b>1.208</b> | <b>1.192</b> | <b>1.209</b> | <b>1.233</b> | <b>1.230</b> |
| Residencial              | 413          | 408          | 406          | 406          | 411          | 417          | 423          | 430          | 444          | 445          | 444          | 444          | 440          |
| Comercial                | 183          | 180          | 200          | 208          | 227          | 246          | 270          | 303          | 311          | 314          | 319          | 328          | 337          |
| Industrial               | 320          | 308          | 323          | 333          | 343          | 352          | 368          | 382          | 388          | 368          | 382          | 399          | 392          |
| Oficial                  | 58           | 56           | 47           | 47           | 45           | 41           | 39           | 37           | 40           | 39           | 38           | 36           | 35           |
| Alumbrado Público        | 36           | 36           | 35           | 30           | 30           | 29           | 26           | 26           | 26           | 26           | 26           | 26           | 26           |
| <b>1.1 Bogotá</b>        | <b>1.043</b> | <b>1.017</b> | <b>1.035</b> | <b>1.044</b> | <b>1.086</b> | <b>1.116</b> | <b>1.149</b> | <b>1.199</b> | <b>1.219</b> | <b>1.204</b> | <b>1.209</b> | <b>1.216</b> | <b>1.214</b> |
| Residencial              | 475          | 469          | 468          | 468          | 470          | 476          | 480          | 486          | 499          | 497          | 496          | 494          | 489          |
| Comercial                | 207          | 203          | 226          | 236          | 256          | 278          | 306          | 340          | 349          | 359          | 365          | 375          | 384          |
| Industrial               | 254          | 238          | 247          | 252          | 274          | 281          | 290          | 300          | 294          | 273          | 273          | 275          | 271          |
| Oficial                  | 68           | 66           | 56           | 55           | 52           | 48           | 45           | 44           | 47           | 47           | 46           | 43           | 42           |
| Alumbrado Público        | 40           | 40           | 39           | 34           | 33           | 33           | 29           | 29           | 29           | 29           | 29           | 29           | 29           |
| <b>1.2 Cundinamarca</b>  | <b>905</b>   | <b>899</b>   | <b>937</b>   | <b>963</b>   | <b>964</b>   | <b>989</b>   | <b>1.051</b> | <b>1.116</b> | <b>1.176</b> | <b>1.156</b> | <b>1.211</b> | <b>1.282</b> | <b>1.277</b> |
| Residencial              | 223          | 220          | 219          | 219          | 234          | 239          | 251          | 264          | 279          | 290          | 290          | 295          | 298          |
| Comercial                | 111          | 109          | 121          | 126          | 136          | 148          | 162          | 192          | 195          | 182          | 182          | 189          | 198          |
| Industrial               | 519          | 519          | 552          | 577          | 553          | 564          | 603          | 626          | 666          | 652          | 707          | 767          | 749          |
| Oficial                  | 28           | 27           | 23           | 22           | 21           | 19           | 19           | 18           | 19           | 15           | 15           | 14           | 14           |
| Alumbrado Público        | 23           | 23           | 22           | 20           | 19           | 19           | 16           | 17           | 17           | 17           | 17           | 17           | 17           |
| <b>1.2.1 Subsabana</b>   | <b>1.402</b> | <b>1.377</b> | <b>1.422</b> | <b>1.447</b> | <b>1.437</b> | <b>1.463</b> | <b>1.544</b> | <b>1.632</b> | <b>1.710</b> | <b>1.672</b> | <b>1.743</b> | <b>1.836</b> | <b>1.820</b> |
| Residencial              | 346          | 338          | 333          | 329          | 349          | 353          | 368          | 386          | 406          | 419          | 418          | 422          | 425          |
| Comercial                | 172          | 167          | 183          | 189          | 203          | 219          | 238          | 280          | 284          | 263          | 261          | 271          | 282          |
| Industrial               | 805          | 795          | 838          | 867          | 824          | 835          | 887          | 915          | 968          | 943          | 1.017        | 1.098        | 1.068        |
| Oficial                  | 43           | 42           | 35           | 34           | 32           | 29           | 27           | 26           | 28           | 22           | 22           | 20           | 20           |
| Alumbrado Público        | 36           | 35           | 34           | 29           | 29           | 28           | 24           | 24           | 24           | 25           | 25           | 25           | 25           |

Fuente: Elaborado a partir de información de Codensa S.A. ESP, SUI y DANE

Fuente: Afanador, Zapata, Núñez, Ramirez, Yepes, Garzón. (2013). Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá: Fedesarrollo, Energía de Bogotá, página 88.

Como se puede ver el consumo energético de Bogotá para el año 2012, es de 1.214 Kwh, y el de Cundinamarca de 1.277 Kwh, esto deja entre ver consumos muy parecidos, lo que se refuerza al ver que el consumo para la región capital es de 2.230 Kwh, para este mismo año, queda claro que la cercanía de Cundinamarca con la ciudad capital, que no pertenece

administrativamente al departamento, jalona fuertemente el consumo energético en Cundinamarca.

**Tabla 4. Proyección de Demanda de Energía, Tres Escenarios, UCP Centro, Gwh**

|      | Escenario Alto | Escenario Medio | Escenario Bajo |
|------|----------------|-----------------|----------------|
| 2010 | 13.181,33      | 13.181,33       | 13.181,33      |
| 2011 | 13.569,19      | 13.569,19       | 13.569,19      |
| 2012 | 14.226,54      | 14.003,75       | 13.780,97      |
| 2013 | 15.184,71      | 14.719,86       | 14.255,00      |
| 2014 | 15.840,36      | 15.206,86       | 14.573,37      |
| 2015 | 16.555,69      | 15.738,68       | 14.921,68      |
| 2016 | 17.815,38      | 16.800,78       | 15.786,18      |
| 2017 | 18.772,49      | 17.547,00       | 16.321,51      |
| 2018 | 19.764,86      | 18.315,89       | 16.866,92      |
| 2019 | 20.759,70      | 19.075,28       | 17.390,86      |
| 2020 | 21.605,38      | 19.674,10       | 17.742,82      |
| 2021 | 22.768,59      | 20.550,49       | 18.347,14      |

Fuente: UPME, Proyecciones Regionales de Demanda

Fuente: Afanador, Zapata, Núñez, Ramirez, Yepes, Garzón. (2013). Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá: Fedesarrollo, Energía de Bogotá, página 122

Si unimos todo lo anterior y observamos las proyecciones de demanda entre el año actual 2016 y el año 2021, el crecimiento de la misma es de 2560,96 Gwh, es decir un crecimiento anual promedio de 512,20 Gwh.

Con lo que se hace nítida la idea de que el simple ahorro, no generara una seguridad energética de por sí, sino que se hace necesaria una mayor generación energética que bien pudiera ser complementada con la autogeneración de energía eólica en nuestro departamento.

Con los incentivos diseñados en esta monografía, se realiza un aporte, para promover la autogeneración de energía eólica, y por supuesto la formulación y desarrollo de proyectos de fuente de energía limpia, renovable, con un mínimo impacto ambiental tal como es la fuerza que genera el aire, sin aumentar la producción de CO2 y otros gases.

Diferentes investigaciones para optar títulos académicos de pregrado y posgrado han creado prototipos de generadores que han demostrado que pueden ser usados en medios urbanos, los cuales fueron objeto de consulta en el desarrollo de esta monografía.

Observado el problema así, se hace oportuno, diseñar una propuesta para incentivar y promover el desarrollo de proyectos de autogeneración de energía eólica en el departamento de Cundinamarca.

### **3. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA:**

¿Cómo fomentar la autogeneración y uso de las energías alternativas en especial la eólica, como estrategia de gestión ambiental en el departamento de Cundinamarca; a través de instrumentos financieros, técnicos y sociales?

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar una propuesta integral de incentivos para el desarrollo de proyectos de autogeneración de energía eólica en el departamento de Cundinamarca.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las tecnologías de generación de energía alternativa con base en generación eólica, aplicable a las condiciones del departamento de Cundinamarca desde la perspectiva de autogeneración.
- Identificar y priorizar los diferentes figuras de incentivos que se pueden aplicar a nivel municipal o departamental para el fomento de proyectos de autogeneración de energía eólica.



- Diseñar una batería de incentivos con sus fichas metodológicas particularizados y correlacionados al fomento del uso de energía eólica en el departamento de Cundinamarca.

## **5. METODOLOGÍA.**

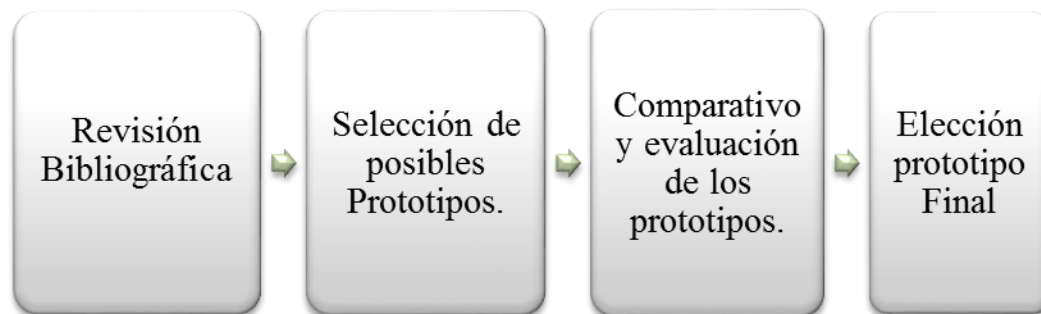
La metodología se dividirá en varias fases para una mejor comprensión del proceso de realización de esta monografía:



### **5.1 Identificación de las Tecnologías:**

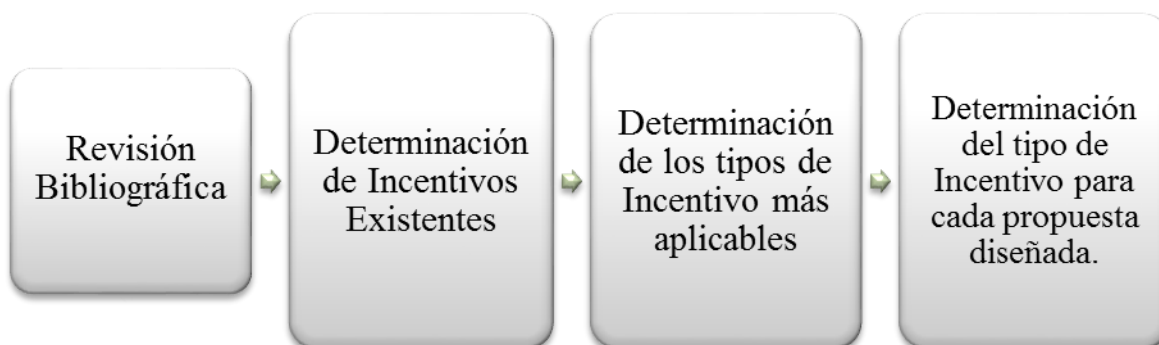
Se empieza por realizar una revisión bibliográfica sobre los diferentes tipos de generadores existentes, determinando la correspondiente bibliografía y tomando como base los resultados y conclusiones de estos documentos, se elige un grupo de prototipos de posible utilidad para el caso.

Obtenido el proceso anterior se realiza una comparación con variables como la velocidad de arranque del prototipo su tamaño y la capacidad de generación del prototipo, con lo cual se escoge finalmente la tecnología más adecuada para el caso específico.



## 5.2 Priorización de tipos de Incentivos:

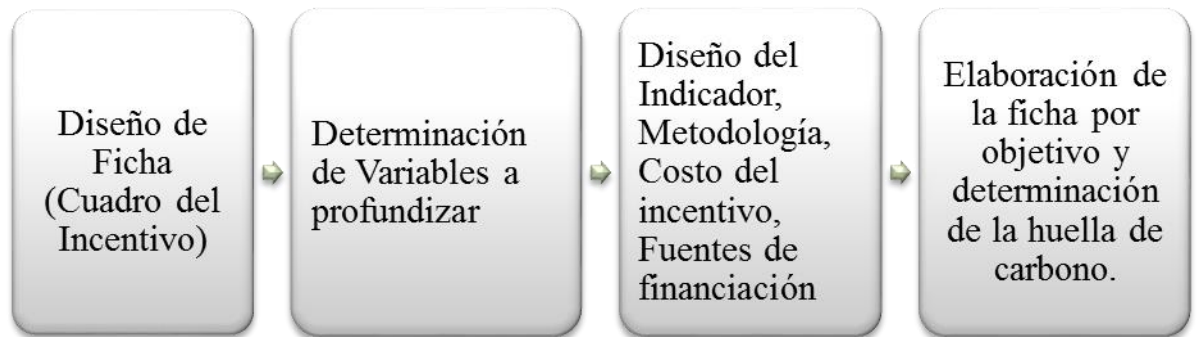
Con base en revisión bibliográfica y normatividad existentes, se determinan los tipos de incentivos existentes, y se define cada uno de acuerdo a esta revisión; dichos resultados se usan como criterio para proponer los tipos de incentivos más adecuados para el uso de energía eólica en el Departamento de Cundinamarca.



## 5.3 Diseño fichas metodológicas:

Con base en los resultados obtenidos en los dos objetivos anteriores, se profundiza en el diseño de tres (3) incentivos, y se diseñan las fichas que permiten mostrar en forma

ordenada y clara su, nombre, medición por medio de un indicador, la metodología de aplicación y la forma de financiación del mismo.



Finalmente se determinan las conclusiones y se elaboran recomendaciones, con los resultados obtenidos en el proceso de realización.

## **6. ANTECEDENTES**

### **6.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS:**

A través de grabados pertenecientes a civilizaciones muy antiguas, se ha podido comprobar que el aprovechamiento del viento con fines energéticos se remonta a por lo menos 3.000 años antes de la era cristiana, habiendo sido utilizado en aquellos tiempos principalmente para la navegación.

Diferentes pueblos, desde los egipcios pasando por los fenicios, romanos y muchos otros utilizaron esta forma de impulsión.

Los datos más antiguos de artefactos que aprovechaban el viento para otro tipo de actividades (por ejemplo molienda de granos) aparecen en Persia, alrededor de los años 200 antes de Cristo. Se cree que en siglo XIII esas máquinas fueron introducidas en Europa por quienes retornaban de las cruzadas.

Durante el transcurso de la edad Media se amplió la gama de usos empleándoselas para mover la maquinarias de nacies industrias como la textil, maderera, metalúrgica (...) a partir de

1350 (...) se los empezó a utilizar principalmente para desecar pantanos y lagos y también aserraderos, para la fabricación de papel y para extraer aceites. (Secretaría de Energía de Argentina, EE Energía Eólica, Energías renovables, sub secretaria de energía eléctrica 2008, página 6).

En el año 1400, el papa Celestino III reclama la propiedad del viento de tal forma que los molinos pueden usarse pagando una cuota.

En 1854 Halladay introduce un molino de viento ligero barato, que se erige como uno de los símbolos de las granjas americanas; en 1888 Brush construye la que se cree es la primera turbina eólica para generación eléctrica, mejorada en los años siguientes por Poul La Cour.

El primer molino de viento de grandes dimensiones es para generación de electricidad, la turbina Smith-Putnam, fue construida en Vermont en 1945; en el año 2005, existen generadores que producen más de 5 MW, y de grandes parques eólicos instalados en el mar. (Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Curso de Física ambiental, grupo G9, tema 6, página 5, año 2012).

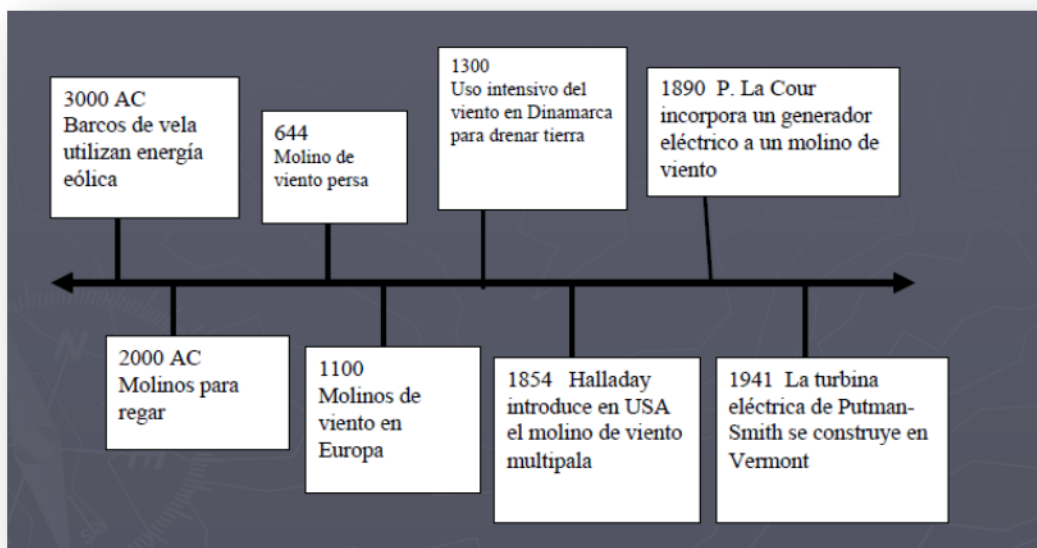


Ilustración 3 Hitos históricos importantes en el uso de energía eólica.

También se constituyeron equipos de gran tamaño. Por ejemplo, durante la segunda guerra mundial funcionó en EEUU una turbina de 1.250 Kw. De potencia. Desde 1958 hasta 1966 se constituyeron y operaron en Francia, EEUU y Dinamarca, varias máquinas de potencia superior a 1.000 Kw.

A manera de referencia, se indican las potencias instaladas hasta fines de 2006 por los principales países productores de energía eólica en el mundo: Alemania 20.622 MW; España 11.630 MW; Estados Unidos 11.603 MW; India 6270 MW; China 2599 MW y Dinamarca 3136 MW. El total mundial alcanzaba a 74.153 MW (Secretaria de Energía de Argentina, EE Energía Eólica, Energías renovables, sub secretaria de energía eléctrica 2008, citando a WWEA, página 7).

## **7. MARCO REFERENCIAL**

Este proyecto de incentivos para autogeneración de energía eólica se describe como una manera de incentivar la generación de energía utilizando un recurso natural como es el caso de las corrientes de aire y de esta forma contribuir a la conservación de un ambiente sano.

Es un proyecto de alta viabilidad debido a que se está generando energía de un recurso que el mismo medio ambiente provee, propendiendo por la conservación de los recursos, aportando en la disminución del impacto respecto a otros sistemas de producción de energía.

Se realiza una revisión bibliográfica y normativa, que permita bases suficientes para el desarrollo de los objetivos de este documento.

Además se diseñarán los incentivos y su correspondiente indicador.

Los principales beneficios de la energía eólica son:

- La buena utilización de los recursos que nos ofrece el medio ambiente

- Tener una forma de generar energía rentable
- Contribuir a la conservación de un medio ambiente más sano
- Generar una forma de producción de energía renovable que sea muy útil para el ser humano.

## 8. MARCO CONCEPTUAL

Antes de empezar a definir el concepto de energía eólica, se hace necesario entablar algunas definiciones básicas que permitan la posterior comprensión de algunos conceptos energéticos.

### 8.1. Unidades del sistema internacional de Medidas:

En la siguiente tabla se muestra las unidades básicas de medición del sistema internacional de medidas:

**Tabla 5. Magnitudes, Nombres y Símbolos del Sistema Internacional**

| Magnitud            | Unidad        | Símbolo |
|---------------------|---------------|---------|
| Longitud            | Metro         | M       |
| Masa                | Kilogramo     | Kg      |
| Tiempo              | Segundo       | Seg     |
| Corriente eléctrica | Amperio       | A       |
| Temperatura         | Grados Kelvin | K       |

Fuente: Centro Nacional de Metrología, Área de metrología mecánica, División de metrología de masa, publicación técnica CNM-MMM-PT-003, México 2001, Página 20.

Como se ve en la tabla anterior, la unidad básica de medición de la energía es el amperio, sin embargo normalmente las medidas eléctricas se expresan en voltios, a continuación y basados en los conocimientos básicos de transformación de unidades y las tablas encontradas en Magnitudes, nombres y símbolos del sistema Internacional, Centro Nacional de Metrología,

Área de metrología mecánica, División de metrología de masa, publicación técnica CNM-  
MMM-PT-003, México 2001, página 35 se puede definir lo siguiente:

1 kilovoltio = 1.000 voltios

1 voltio = 1/ 1.000 kilovoltios

1 voltio = 0.001 kilovoltios

1 milivoltio = 1/1.000 voltios

1 milivoltio = 0.001 voltios

1 voltio = 1000 milivoltios

1 microvoltio = 1/ 1.000.000 voltios

1 voltio = 1.000.000 microvoltios.

Ahora veamos conceptos propios de este tipo de energía.

A continuación, citaremos algunas definiciones relevantes para el entendimiento de esta temática:

## **8.2. Energía Eólica:**

La energía eólica hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola a energía eléctrica o mecánica.

Se pueden distinguir dos tipos de aplicaciones: las instalaciones para la producción de electricidad y las instalaciones de bombeo de agua.

Entre las instalaciones de producción de electricidad se pueden distinguir instalaciones aisladas, no conectadas a la red eléctrica e instalaciones conectadas, normalmente, denominadas parques eólicos.

Las instalaciones no conectadas a la red, normalmente cubren aplicaciones de pequeña potencia, principalmente de electrificación rural. (Secretaria de Energía de Argentina, EE Energía Eólica, Energías renovables, sub secretaria de energía eléctrica 2008, página 5).

### **8.3. Aire:**

Todos manejamos el concepto de aire como esa mezcla de gases que nos rodea, sin embargo desconocemos su composición, el aire está compuesto por:

78,08 % nitrógeno (N<sub>2</sub>), 20,95% oxígeno (O<sub>2</sub>), 0,93% Argón (Ar), 0,03 Dioxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 0,01 una mezcla de Neón, helio, Metano, Kriptón, Hidrógeno, Dioxido de nitrógeno, xenón y ozono.

Un litro de aire pesa 1,225 gr al nivel del mar, excluyendo el contenido de agua, materia orgánica y sólidos en suspensión. (Ministerio de Industria turismo y comercio, Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, Manual de energía renovable 3, Madrid España, 2006, página 24).

Ya se definieron los términos de Energía eólica y aire como conceptos fundamentales en la comprensión del tema, sin embargo esta monografía no pretende profundizar demasiado en el tema de la energía eólica, en su componente técnico, sino en el tema del diseño de incentivos, razón por la cual se hace imprescindible definir que es un incentivo, y para esto se hace necesario determinar que el tema de Motivación y satisfacción que le da un marco al objetivo de los incentivos propiamente dichos.

### **8.4. Definición de motivación y satisfacción:**

Según las consultas realizadas no existe una sola definición, ya que obedece a conceptos humanos sociales o personales y no a un concepto meramente científico.



#### **8.4.1. Motivación:**

<< Mudante (1984) despues de una revisión de las definiciones de motivación dadas hasta ese momento concluye que la motivación se relaciona con la conducta del trabajador y su rendimiento, implica la direccionalidad hacia una o varias metasy existen diferencias individuales en cuanto a factores fisiológicos, psicológicos y ambientales que inciden en la misma.

*Así el proceso de motivación se inicia cuando ante un estímulo surge una necesidad, se emprende entonces la búsqueda del camino que satisfaga la necesidad y se establecen unas metas que dirigen la conducta. >>* (Motivación y satisfacción de los profesionales de enfermería: Investigación aplicada en un área quirúrgica, Susana Moya Mier, Tesis para optar el título de Enfermería, Universidad de Cantabria, Cantabria España, 2011, página 8).

#### **8.4.2. Satisfacción:**

##### **8.4.2.1. Definición 1:**

<< Davis y Newstrom (2003), definen que es un conjunto de sentimientos y emociones favorables o desfavorables con que los empleados ven su trabajo. Se trata de una actitud afectiva, un sentimiento de agrado o desagrado relativo hacia algo. (...)

##### ***Dedicación al trabajo.***

*Es el grado en que los empleados se sumergen en su trabajo, al invertir tiempo y energía en él, y lo consideran parte central de su vida. Contar con un trabajo que tiene un sentido y llevarlo a cabo satisfactoriamente son aspectos importantes de la imagen de sí mismos, lo cual ayuda a explicar el efecto reumático que la pérdida del trabajo tiene en las necesidades de autoestima.>>* (Silvia María Fuentes Navarro, Satisfacción laboral y su

influencia en la productividad” (estudio realizado en la delegación de recursos humanos del organismo judicial en la ciudad de Quetzaltenango, Tesis para optar el título de Licenciada en Psicología industrial / organizacional, Universidad Universidad Rafael Landívar, Facultad de Humanidades, Quetzaltenango, México, 2012, página 12 ).

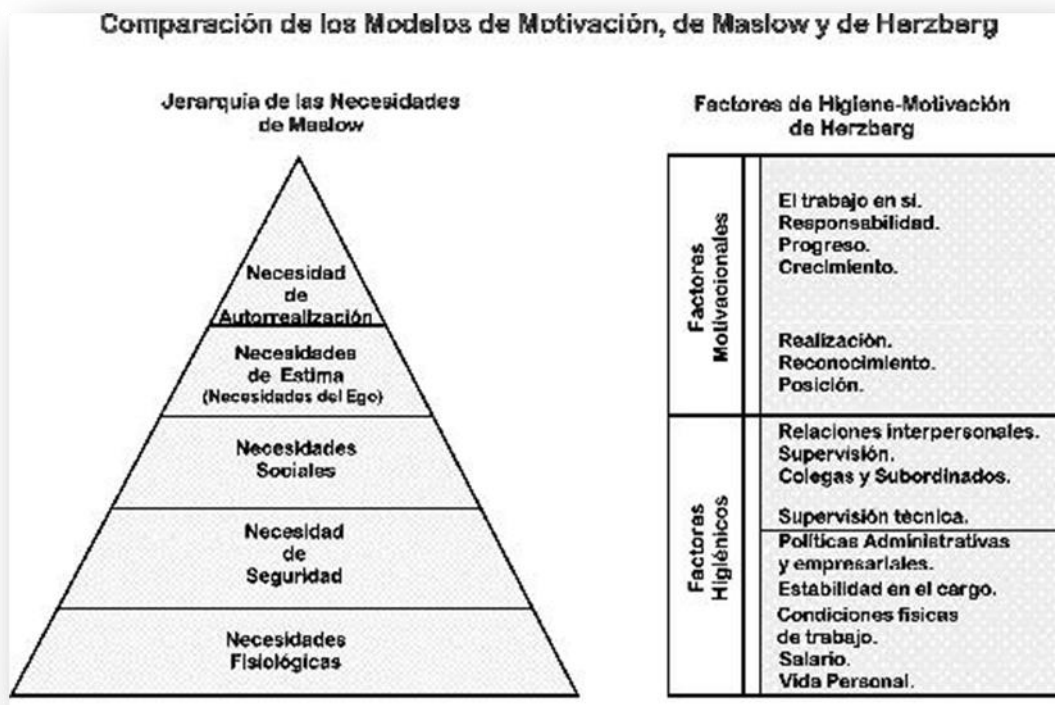
#### **8.4.2.2. Definición 2:**

*<< (...) estado emocional, sentimiento o respuesta afectiva, (Navarro, 2008). Cuando se utiliza el término afecto nos referimos a un fenómeno genérico y poco específico que puede incluir otros fenómenos tales como las preferencias, las evaluaciones, los estados de ánimo y las emociones, (Fiske y Taylor).*

*Cuando se utiliza el término emocional se refiere a una forma de afecto más complejo, en la cual la duración de manifestarse es mucho más concreta que cualquier estado de ánimo. Se centralizan en objetos concretos y originan una serie de reacciones corporales definidas. >>*

(Déborah García Menéndez, Universidad Politécnica de Valencia, Estudio de la Motivación y satisfacción laboral en el colectivo de operadores de grúa torre en edificación a través de un método cualitativo, Tesis para optar el título de ingeniería en Edificaciones, Valencia, España, 2011, página 24).

Como se observa en estos conceptos, las definiciones varían alrededor de una misma idea, dependiendo del autor, inclusive en algunos casos se puede llegar a afirmar que los términos motivación y satisfacción se utilizan como sinónimos, en la gráfica siguiente se muestran un comparativo que muestra la idea aquí expuesta.



**Ilustración 4. Comparación de los modelos de Motivación de Maslow y de Herzberg**

fuentes:

[http://148.204.211.134/polilibros/Portal/Polilibros/P\\_proceso/ADMINISTRACION\\_II\\_TRANSPORT\\_Eva\\_Cruz\\_Maldonado/Polilibro/Unidad%202/2.4.htm](http://148.204.211.134/polilibros/Portal/Polilibros/P_proceso/ADMINISTRACION_II_TRANSPORT_Eva_Cruz_Maldonado/Polilibro/Unidad%202/2.4.htm)

Dejando estos dos conceptos, definidos, como conceptos sociales más que científicos que dependerán de los estados de ánimo, necesidades y demás, se entrará a definir el concepto de estímulo que es el verdaderamente central para esta monografía.

### **8.5. Definición de incentivo o Estimulo:**

*<< Se entiende por incentivo todo estímulo expresamente planeado por las entidades, consecuente con un comportamiento deseable, el cual (estímulo), al ser satisfactor de una necesidad del servidor público, adquiere la capacidad de fortalecer dicho comportamiento, aumentando su probabilidad de ocurrencia en el futuro. >> (Sistema de estímulos,*

Departamento Administrativo de la función pública, Bogotá, Colombia, Julio de 2007, página 32).

Diferentes autores o documentos dan otras definiciones que se citan en pro de otorgar varios puntos de vista, que expresan una misma idea:

## **8.5. Definiciones del concepto de incentivo:**

### **8.5.1. Incentivo 1:**

“Los incentivos son en esencia alicientes o instrumentos para impulsar acciones que posibiliten un cambio cualitativo al interior de las Instituciones; son instrumentos de motivación para llevar a cabo una acción ya sea individual o colectiva” (Plan de estímulos e incentivos laborales para trabajadores de la universidad del Cauca, Versión 1, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia, 2009, página 3).

### **8.5.2. Incentivo 2:**

Son políticas y mecanismos,(...) para motivar, estimular, reconocer y premiar el desempeño en nivel sobresaliente, ya sea de manera individual o por equipos de trabajo, de todos los servidores que aportan de esta forma al logro de las metas institucionales. (Manual plan de incentivos, Secretaria General, Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2011, Página 3).

## **9. MARCO TEÓRICO:**

Se hace imprescindible, como se planteó en el marco conceptual, el manejo de una serie de conceptos que le permiten al lector, cualquiera sea su profesión u oficio, la comprensión de este documento sin recurrir a otras lecturas; por tal razón se hablará del aire, la electricidad y su forma de medición, que son generadores, micro-generadores de energía

eólica, la normatividad vigente a la fecha de cierre de este (Abril de 2016), y por supuesto se definirá que es un incentivo o estímulo, sus tipos y cualquier otra definición o aclaración que se considere necesaria para la comprensión de esta.

A través de diferentes investigaciones se han venido teorizando una serie de nociones, que permiten un mejor aprovechamiento de las corrientes de aire, a continuación, se citan algunas de estas:

### **9.1. Rugosidad del suelo:**

La rugosidad definida como aparece en variados documentos que tratan el tema de la energía eólica es compleja de entender, por esta razón lo explicaremos en forma sencilla para cualquier lector.

Los vientos a ciertas alturas circulan en forma libre y relativamente horizontal, afectados únicamente por las temperaturas que causan bajada y subida de las corrientes de aire, pero en altura baja respecto al terreno, la libertad de desplazamiento del viento se ve influenciada por los obstáculos allí presentes, sean estos vegetación, accidentes geográficos, edificios etc., entre mayor sea la cantidad de limitaciones que encuentra el viento para su libre movimiento se considerara mayor la rugosidad del suelo.

### **9.2. Longitud de Rugosidad del Viento:**

El término longitud de rugosidad es en realidad la distancia sobre el nivel del suelo a la que teóricamente la velocidad del viento debería ser nula como consecuencia de los obstáculos y la superficie sobre los cuales circula.

**Tabla 6. Escala de Rugosidad del terreno**

| Clase de Rugosidad | Longitud de la rugosidad | Indice de energía en % | Tipo de paisaje  |
|--------------------|--------------------------|------------------------|--|
| 0                  | 0,0002                   | 100                    | Superficie del agua  |
| 0,5                | 0,0024                   | 73                     | Terreno completamente abierto con superficie lisa  |
| 1                  | 0,03                     | 52                     | Área agrícola abierta sin cercados ni barreras vivas y con edificios muy dispersos. Sólo colinas suavemente redondeadas.             |
| 1,5                | 0,055                    | 45                     | Terreno agrícola con algunas casas y barreras vivas de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 1250 m.                    |
| 2                  | 0,1                      | 39                     | Terreno agrícola con algunas casas y barreras vivas de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 500 m.                     |
| 2,5                | 0,2                      | 31                     | Terreno agrícola con muchas casas, arbustos y plantas, o barreras vivas de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 250 m. |
| 3                  | 0,4                      | 24                     | Pueblos, ciudades pequeñas, terreno agrícola, con altas barreras vivas, bosques y terreno accidentado y muy desigual.                |
| 3,5                | 0,8                      | 18                     | Ciudades más grandes con edificios altos   |
| 4                  | 1,6                      | 13                     | Ciudades muy grandes con edificios altos y rascacielos   |

Fuente: José Alfonso Avellaneda Cusarí, 2012, citando a Danish Wind Industry Association Pag 24.

### **9.3. Generadores eólicos:**

Básicamente se puede hablar que en general existen dos tipos de generadores de energía eólica, los generadores horizontales y los generadores verticales, este tema se desarrollará más ampliamente en el desarrollo del objetivo 1, en el cual se escogerá una alternativa de auto-generador con base en revisión bibliográfica.; sin embargo, se muestran gráficas de estos a manera de ejemplo:



Ilustración 5. Generador de eje vertical

Fuente: <http://aerogeneradores-energia-eolica.blogspot.com.co/2013/01/planta-eolica-tamaulipas-mexico.html>



Ilustración 6. Generadores eólicos horizontales.

Fuente: <http://albawebcentrals.weebly.com/eolicas.html>

#### 9.4. Un ejemplo de uso de energía eólica en Colombia:

El mayor ejemplo de la energía eólica en Colombia es el promocionado por las empresas WAYÚU S.A E.S.P e ISAGEN S.A E.S.P conocido como Proyecto Energía Eólico Jepírachi, que es el primer parque para la generación de energía eólica construido en el país, el cual hace parte del Programa general de investigaciones, proyectos actividades asociadas para el desarrollo de energía eólica en Colombia. (Figueroa Arango, Carolina. El desarrollo sostenible a través de los mecanismos de desarrollo limpio, el caso del parque Eólico Jepírachi

de la Guajira Colombiana, Trabajo de grado (Politóloga). Pontificia universidad Javeriana. Facultad de ciencias políticas y relaciones internacionales. Bogotá, 2008, página 164).

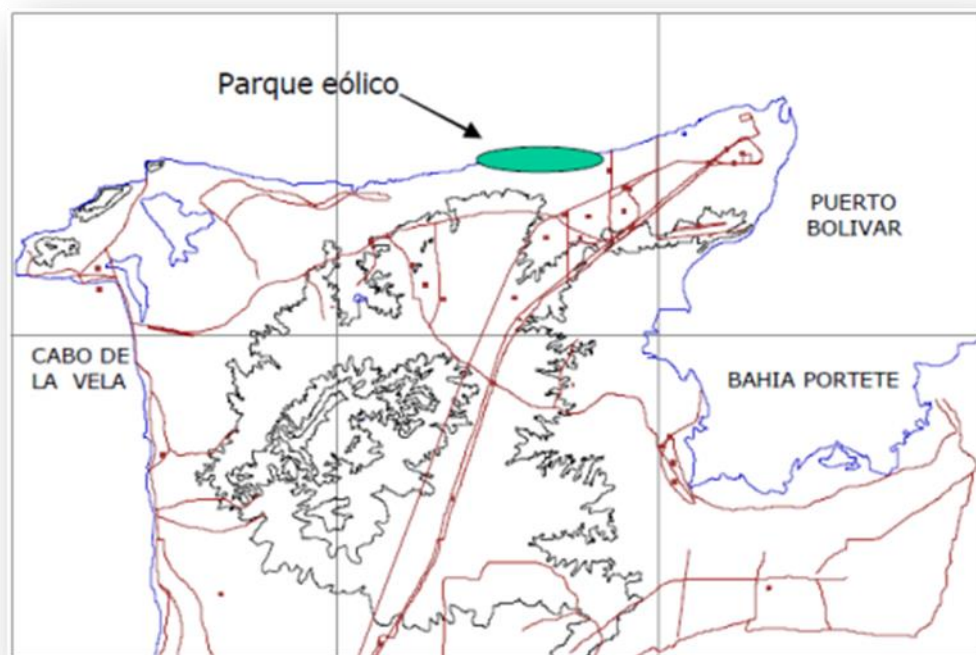


Ilustración 7. Ubicación Parque Eólico Jepírachi  
Fuente: Experiencias de las EEPPM

### 9.5. Ventajas y Desventajas de los incentivos

Ya se definió dentro del marco conceptual el concepto de incentivo, ahora miremos las ventajas y desventajas que podría tener la aplicación de incentivos.

A juicio de los autores, un incentivo o recompensa, debe buscar siempre una actitud positiva frente a una labor realizada, pero para la aplicación de estos se hace necesario no solo la elaboración de un buen plan de incentivos, sino también, que los directivos o jefes, ejerzan un buen nivel de liderazgo y generen un proceso informativo, ya que de nada serviría un plan de incentivos consignados en un folio de un acta, sin que estos sean socializados a todos los



miembros de la organización, que debe ser una condición a priori para que estos sean causen el efecto deseado.

Veamos la siguiente tabla, en donde se muestran ventajas y desventajas de los incentivos.

**Tabla 7. Ventajas y Desventajas de los Incentivos**

| Tipo de Grupo | Ventajas   | Desventajas  |
|---------------|--|--|
| Individual    | 1. permite individualizar y medir el rendimiento específico de un trabajador.  | 1. Puede causar un clima organizacional negativo ya que puede generar envidia o sentimiento de injusticia para el trabajador que cumple su labor sin el incentivo. |
|               | 2. el incentivo puede generar un mayor nivel de dedicación del trabajador respecto al cumplimiento de sus metas u objetivos.                       | 2. Puede llegar a afectar la calidad de los productos que elabora el trabajador, llámese producto tangible, informes o aumento en la producción.                   |
|               | 3. para su aplicación de debe generar un sistema eficiente de medición de la productividad, con lo cual se genera una buena supervisión y control. | 3. puede generar un ambiente de control excesivo, con lo cual el incentivo se vuelve no motivante, sino molesto para el trabajador.                                |
|               | 4. hace que el departamento de Recursos humanos en la organización tome un rol de liderazgo.   | 4. es más costoso respecto al grupal para la organización.   |
| Grupal        | 1. Permite medir el rendimiento de un equipo de trabajo o departamento.  | 2. se pierde la noción del rendimiento individual lo que puede generar incumplimiento de las metas u objetivos.  |
|               | 2. Motiva el trabajo inter o intra disciplinario en la organización.   | 2. con la falta de compromiso de solo uno de los miembros del grupo se pueden afectar las metas u objetivos.   |
|               | 3. Permite un más fácil control a través de coordinadores o líderes, lo que aliviana el trabajo del departamento de recursos humanos.              | 3. Puede generar falta de control de los miembros del equipo sobretodo en grupos grandes de trabajo y con tipos de contratos diferentes.                           |
|               | 4. el departamento de recursos humanos puede perder liderazgo ya que son los coordinadores, quien ejercen dicha función.                           | 4. es más económico para la organización ya que se mide grupal y no persona a persona.   |

Fuente: los autores.

## 10. MARCO CONTEXTUAL

Antes de entrar a referenciar el contexto energético del departamento de Cundinamarca, es obvio entrar dentro de un contexto geográfico.

### **10.1. Marco Geográfico:**

El problema que se busca resolver con esta monografía se circunscribe al territorio del departamento de Cundinamarca, aunque estaría en capacidad de ser llevado a cualquier otra zona, ya que el ambiente es el afectado por la mala utilización de sus recursos, aunque también se ubica en las fábricas, hogares y zonas donde se consumen una gran cantidad de energía para su funcionamiento.

El departamento de Cundinamarca (Colombia) se encuentra ubicado en el centro del país, en la denominada región andina, en el dentro del mismo se encuentra la capital de la república, la ciudad de Bogotá. DC, que por tratarse de un Distrito capital, tiene independencia total de la gobernación del departamento.

Cundinamarca limita al norte con los departamentos de Boyacá, Caldas y Antioquia; al este con los departamentos de Boyacá y Meta; al Sur con los departamentos de Huila, Tolima y Meta, al oeste con los departamentos de Caldas y Tolima.



Ilustración 8 División política de Colombia

Fuente: <http://lacasadelaseleccion.blogspot.com.co/2013/04/division-politica-de-colombia.html>

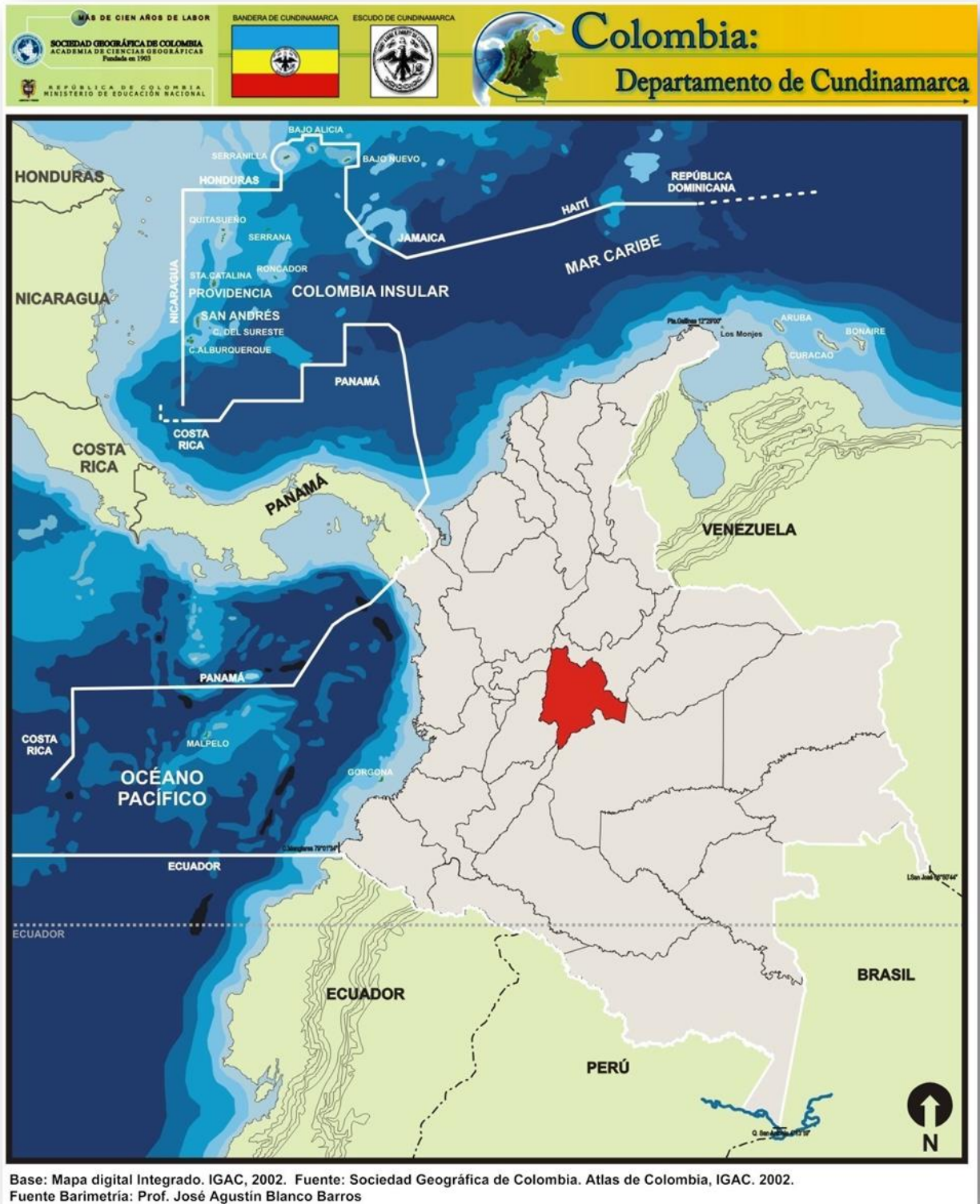


Ilustración 9 Ubicación en el contexto nacional  
<http://www.sogeocol.edu.co/cundinamarca.htm>

## 10.2. Marco contextual Energético:

Observamos en primera instancia un marco nacional para luego aterrizar en el contexto departamental:

### 10.2.1. Contexto Nacional

**Tabla 8. Avance en Proyectos de Generación Eléctrica a Nivel Nacional**

| Proyecto              | Capacidad Instalada (Mw) | Tecnología                | Entrada Estimada en Operación | OEF (Obligación de Energía Firme) |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Amoyá                 | 78                       | Hídrica - Río Amoyá       | EN OPERACIÓN -Mayo 2012       | 01-dic-13                         |
| Quimbo                | 400                      | Hídrica - Río Magdalena   | 30-nov-14                     | 01-dic-14                         |
| Gecelca 3             | 164                      | Térmica - Carbón          | 15-jul-13                     | 01-dic-13                         |
| Iluango               | 2.400                    | Hídrica - Río Cauca       | Sep - 2018 (Unidad N° 4)      | 01-dic-18                         |
| Sogamoso              | 820                      | Hídrica - Río Sogamoso    | feb-14                        | 01-dic-14                         |
| Termocol              | 202                      | Térmica - Fuel Oil        | 01-dic-13                     | 30-nov-13                         |
| Tasajero II           | 160                      | Térmica - Carbón          | 01-dic-15                     | 01-dic-15                         |
| Gecelca 32            | 250                      | Térmica - Carbón          | 01-dic-15                     | 01-dic-15                         |
| Carlos Ueras Restrepo | 78                       | Hídrica - Río Medellín    | 01-dic-14                     | 01-dic-15                         |
| Alto Tuluá            | 20                       | Hídrica-Río Tuluá         | Diciembre de 2013             | NA                                |
| Bajo Tuluá            | 20                       | Hídrica-Río Tuluá         | Tercer Trimestre 2014         | NA                                |
| Ambeima               | 45                       | Hídrica - Río Ambeima     | Diciembre de 2013             | 01-dic-15                         |
| Tunjita               | 19,8                     | Hídrica - Río Tunjita     | 01-jul-14                     | NA                                |
| San Miguel            | 42                       | Hídrica - Río Calderas    | Agosto de 2015                | 01-dic-15                         |
| Porvenir II           | 352                      | Hídrica - Río Samaná      | Diciembre de 2017             | 01-dic-18                         |
| Termonorte            | 88                       | Térmica - Gas/Fuel Oil    | 01-dic-17                     | 01-dic-17                         |
| San Andrés            | 20                       | Hídrica-Río santa Ines    | Segundo semestre 2015         | NA                                |
| El Popal              | 19,9                     | Hidráulica - Río Cocorná  | 25-mar-14                     | NA                                |
| Cucutana              | 55                       | Hidráulica - Río Cucutana | 17-sep-13                     | 01-dic-14                         |
| Transvase Manso       | —                        | Hídrica-Río Manso         | —                             | —                                 |

**Fuente:** Unidad de Planeación Minero Energética

Fuente: energía eléctrica, Memorias al Congreso de la República 2012-2013, Ministerio de Minas y Energía, Pagina 127.

Como se observa en la tabla anterior, en donde se muestran los proyectos de generación de generación de energía eléctrica, y su fecha de entrada en operación, es fácilmente observable que no existe en nuestro país, ningún proyecto que estipule el uso de energía eólica.

Sin embargo, es preponderante comentar, que según reporte de las memorias al congreso de la republica 2012-2013, del Ministerio de Minas y energía, página 146, se indica que se están realizando la medición de potenciales energéticos, en los cuales se está contemplando el uso de energía eólica en los siguientes 5 casos:

1. Nazareth –La Guajira (Eólico –solar)
2. Puerto Estrella –La Guajira (Eólico –solar)
3. Flor del Paraíso - La Guajira (Eólico –solar)
4. El Cardón –La Guajira (Eólico-solar)
5. Riohacha - La Guajira (Eólico-solar)

Se muestra a continuación la ubicación de estos proyectos:

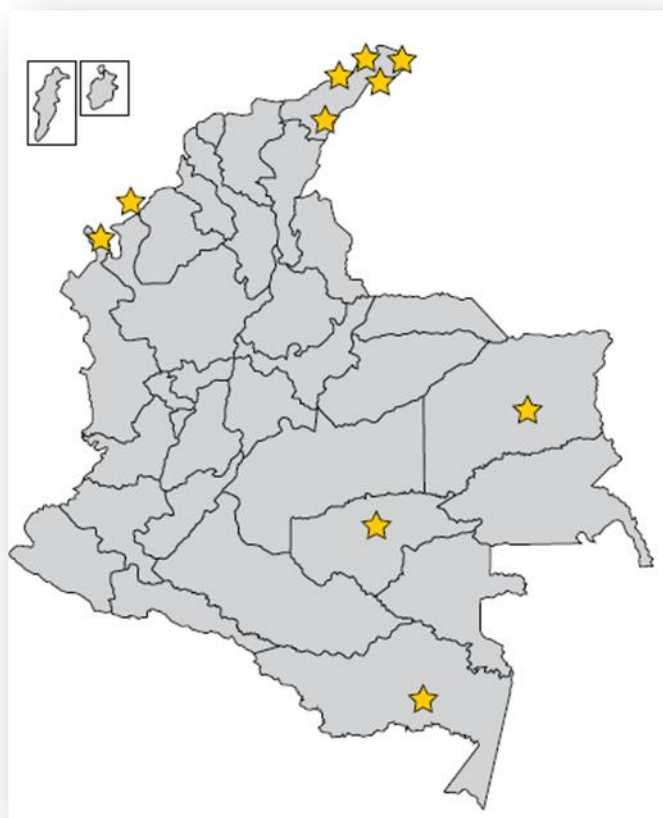


Ilustración 10, Ubicación de proyectos donde se realiza medición de potenciales eléctricos.

Fuente: energía eléctrica, Memorias al Congreso de la República 2012-2013, Ministerio de Minas y Energía, Pagina 146.

Como se puede evidenciar en el único departamento que existe algún tipo de avance para proyectos de generación de energía eólica es el departamento de la Guajira, los demás proyectos de medición de este potencial, hacen referencia a medición de potencial solar.



## 10.2.2. Contexto departamental y Regional:

**Tabla 9. Consumo de Energía Eléctrica en el Contexto Regional (Gwh)**

|                          | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006          | 2007          | 2008          | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>1. Región Capital</b> | <b>8.454</b> | <b>8.423</b> | <b>8.775</b> | <b>9.036</b> | <b>9.470</b> | <b>9.888</b> | <b>10.419</b> | <b>11.088</b> | <b>11.539</b> | <b>11.561</b> | <b>11.900</b> | <b>12.310</b> | <b>12.459</b> |
| Residencial              | 3.457        | 3.477        | 3.528        | 3.581        | 3.687        | 3.799        | 3.915         | 4.049         | 4.241         | 4.315         | 4.369         | 4.435         | 4.461         |
| Comercial                | 1.533        | 1.534        | 1.732        | 1.837        | 2.033        | 2.241        | 2.498         | 2.851         | 2.967         | 3.045         | 3.137         | 3.275         | 3.417         |
| Industrial               | 2.681        | 2.626        | 2.803        | 2.938        | 3.082        | 3.212        | 3.409         | 3.593         | 3.702         | 3.571         | 3.762         | 3.986         | 3.966         |
| Oficial                  | 484          | 480          | 411          | 412          | 400          | 371          | 358           | 351           | 381           | 377           | 377           | 355           | 353           |
| Alumbrado Público        | 299          | 306          | 300          | 269          | 268          | 265          | 238           | 243           | 248           | 254           | 256           | 259           | 262           |
| <b>1.1 Bogotá</b>        | <b>6.575</b> | <b>6.519</b> | <b>6.751</b> | <b>6.918</b> | <b>7.311</b> | <b>7.634</b> | <b>7.983</b>  | <b>8.455</b>  | <b>8.719</b>  | <b>8.743</b>  | <b>8.901</b>  | <b>9.081</b>  | <b>9.194</b>  |
| Residencial              | 2.993        | 3.010        | 3.054        | 3.099        | 3.163        | 3.255        | 3.334         | 3.426         | 3.572         | 3.609         | 3.650         | 3.692         | 3.699         |
| Comercial                | 1.303        | 1.303        | 1.472        | 1.561        | 1.727        | 1.904        | 2.123         | 2.399         | 2.498         | 2.603         | 2.687         | 2.798         | 2.911         |
| Industrial               | 1.602        | 1.527        | 1.610        | 1.669        | 1.843        | 1.925        | 2.011         | 2.117         | 2.106         | 1.981         | 2.011         | 2.055         | 2.050         |
| Oficial                  | 426          | 422          | 362          | 363          | 352          | 326          | 315           | 309           | 335           | 339           | 340           | 320           | 317           |
| Alumbrado Público        | 251          | 257          | 252          | 226          | 225          | 223          | 200           | 204           | 208           | 212           | 213           | 216           | 218           |
| <b>1.2 Cundinamarca</b>  | <b>1.879</b> | <b>1.904</b> | <b>2.025</b> | <b>2.118</b> | <b>2.159</b> | <b>2.254</b> | <b>2.436</b>  | <b>2.633</b>  | <b>2.819</b>  | <b>2.818</b>  | <b>3.000</b>  | <b>3.228</b>  | <b>3.265</b>  |
| Residencial              | 464          | 467          | 474          | 481          | 524          | 544          | 581           | 623           | 669           | 706           | 719           | 742           | 762           |
| Comercial                | 231          | 231          | 260          | 276          | 306          | 337          | 376           | 452           | 469           | 443           | 450           | 477           | 506           |
| Industrial               | 1.079        | 1.100        | 1.193        | 1.269        | 1.239        | 1.286        | 1.398         | 1.476         | 1.596         | 1.590         | 1.751         | 1.931         | 1.916         |
| Oficial                  | 58           | 58           | 49           | 49           | 48           | 44           | 43            | 42            | 46            | 38            | 37            | 35            | 36            |
| Alumbrado Público        | 48           | 49           | 48           | 43           | 43           | 42           | 38            | 39            | 40            | 42            | 43            | 43            | 45            |
| <b>1.2.1 Subsabana</b>   | <b>1.729</b> | <b>1.751</b> | <b>1.863</b> | <b>1.949</b> | <b>1.986</b> | <b>2.074</b> | <b>2.241</b>  | <b>2.422</b>  | <b>2.594</b>  | <b>2.593</b>  | <b>2.760</b>  | <b>2.970</b>  | <b>3.004</b>  |
| Residencial              | 427          | 429          | 436          | 443          | 482          | 500          | 535           | 573           | 616           | 649           | 661           | 683           | 701           |
| Comercial                | 212          | 212          | 240          | 254          | 281          | 310          | 346           | 416           | 431           | 407           | 414           | 438           | 466           |
| Industrial               | 992          | 1.012        | 1.097        | 1.167        | 1.139        | 1.184        | 1.287         | 1.358         | 1.469         | 1.463         | 1.611         | 1.776         | 1.763         |
| Oficial                  | 53           | 53           | 45           | 46           | 44           | 41           | 40            | 39            | 42            | 35            | 34            | 32            | 33            |
| Alumbrado Público        | 44           | 45           | 44           | 40           | 39           | 39           | 35            | 36            | 36            | 39            | 39            | 40            | 41            |

Fuente: Elaborado a partir de información de Codensa S.A. ESP, SUI y DANE

Fuente: Afanador, Zapata, Núñez, Ramirez, Yepes, Garzón. (2013). Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá: Fedesarrollo, Energía de Bogotá, página 88.

**Tabla 10. Consumo de Energía Eléctrica per cápita en la Región Capital entre 2000 y 2012 (Kwh por habitante)**

|                          | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>1. Región Capital</b> | <b>1.009</b> | <b>987</b>   | <b>1.011</b> | <b>1.024</b> | <b>1.055</b> | <b>1.084</b> | <b>1.125</b> | <b>1.179</b> | <b>1.208</b> | <b>1.192</b> | <b>1.209</b> | <b>1.233</b> | <b>1.230</b> |
| Residencial              | 413          | 408          | 406          | 406          | 411          | 417          | 423          | 430          | 444          | 445          | 444          | 444          | 440          |
| Comercial                | 183          | 180          | 200          | 208          | 227          | 246          | 270          | 303          | 311          | 314          | 319          | 328          | 337          |
| Industrial               | 320          | 308          | 323          | 333          | 343          | 352          | 368          | 382          | 388          | 368          | 382          | 399          | 392          |
| Oficial                  | 58           | 56           | 47           | 47           | 45           | 41           | 39           | 37           | 40           | 39           | 38           | 36           | 35           |
| Alumbrado Público        | 36           | 36           | 35           | 30           | 30           | 29           | 26           | 26           | 26           | 26           | 26           | 26           | 26           |
| <b>1.1 Bogotá</b>        | <b>1.043</b> | <b>1.017</b> | <b>1.035</b> | <b>1.044</b> | <b>1.086</b> | <b>1.116</b> | <b>1.149</b> | <b>1.199</b> | <b>1.219</b> | <b>1.204</b> | <b>1.209</b> | <b>1.216</b> | <b>1.214</b> |
| Residencial              | 475          | 469          | 468          | 468          | 470          | 476          | 480          | 486          | 499          | 497          | 496          | 494          | 489          |
| Comercial                | 207          | 203          | 226          | 236          | 256          | 278          | 306          | 340          | 349          | 359          | 365          | 375          | 384          |
| Industrial               | 254          | 238          | 247          | 252          | 274          | 281          | 290          | 300          | 294          | 273          | 273          | 275          | 271          |
| Oficial                  | 68           | 66           | 56           | 55           | 52           | 48           | 45           | 44           | 47           | 47           | 46           | 43           | 42           |
| Alumbrado Público        | 40           | 40           | 39           | 34           | 33           | 33           | 29           | 29           | 29           | 29           | 29           | 29           | 29           |
| <b>1.2 Cundinamarca</b>  | <b>905</b>   | <b>899</b>   | <b>937</b>   | <b>963</b>   | <b>964</b>   | <b>989</b>   | <b>1.051</b> | <b>1.116</b> | <b>1.176</b> | <b>1.156</b> | <b>1.211</b> | <b>1.282</b> | <b>1.277</b> |
| Residencial              | 223          | 220          | 219          | 219          | 234          | 239          | 251          | 264          | 279          | 290          | 290          | 295          | 298          |
| Comercial                | 111          | 109          | 121          | 126          | 136          | 148          | 162          | 192          | 195          | 182          | 182          | 189          | 198          |
| Industrial               | 519          | 519          | 552          | 577          | 553          | 564          | 603          | 626          | 666          | 652          | 707          | 767          | 749          |
| Oficial                  | 28           | 27           | 23           | 22           | 21           | 19           | 19           | 18           | 19           | 15           | 15           | 14           | 14           |
| Alumbrado Público        | 23           | 23           | 22           | 20           | 19           | 19           | 16           | 17           | 17           | 17           | 17           | 17           | 17           |
| <b>1.2.1 Subsabana</b>   | <b>1.402</b> | <b>1.377</b> | <b>1.422</b> | <b>1.447</b> | <b>1.437</b> | <b>1.463</b> | <b>1.544</b> | <b>1.632</b> | <b>1.710</b> | <b>1.672</b> | <b>1.743</b> | <b>1.836</b> | <b>1.820</b> |
| Residencial              | 346          | 338          | 333          | 329          | 349          | 353          | 368          | 386          | 406          | 419          | 418          | 422          | 425          |
| Comercial                | 172          | 167          | 183          | 189          | 203          | 219          | 238          | 280          | 284          | 263          | 261          | 271          | 282          |
| Industrial               | 805          | 795          | 838          | 867          | 824          | 835          | 887          | 915          | 968          | 943          | 1.017        | 1.098        | 1.068        |
| Oficial                  | 43           | 42           | 35           | 34           | 32           | 29           | 27           | 26           | 28           | 22           | 22           | 20           | 20           |
| Alumbrado Público        | 36           | 35           | 34           | 29           | 29           | 28           | 24           | 24           | 24           | 25           | 25           | 25           | 25           |

Fuente: Elaborado a partir de información de Codensa S.A. ESP, SUI y DANE

Fuente: Afanador, Zapata, Núñez, Ramirez, Yepes, Garzón. (2013). Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá: Fedesarrollo, Energía de Bogotá, página 89.

Como se puede leer en la tabla anterior para el año 2012, el consumo residencial para Cundinamarca fue de 762 giga vatios hora (Gwh), mientras para Bogotá fue de 3.699 Gwh, mientras el consumo energético percapita para Cundinamarca en el mismo año fue de 298 kilovatios hora (Kwh), y para Bogotá de 498 Kwh.

Con la información aquí proporcionada los autores consideran que se contextualiza en forma general pero clara, cuál es el consumo energético promedio en el departamento de Cundinamarca, se sugiere al lector para una mejor contextualización de los datos proporcionados, consultar la fuente bibliográfica, en donde se explica en forma clara las diferentes fuentes tomadas para estos cálculos y su forma de cálculo.

También se puede afirmar que a nivel departamental no existen proyectos de generación de energía eléctrica, basados en aprovechamiento del potencial eólico que algunos de los cundinamarqueses poseen, como el caso de Villapinzón, o la Cabrera, solo por nombrar un par de casos.

## 11. MARCO JURÍDICO

**Tabla 11. Marco Jurídico:**

| <b>Norma</b>                 | <b>Nivel</b> | <b>Articulado o Detalle</b>  |
|------------------------------|--------------|--|
| <b>Constitución Nacional</b> | Nacional     | ARTICULO 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.<br><br>Artículo 334. El estado intervendrá en el uso de los Recursos Naturales y los servicios públicos.   |
| <b>Ley 99 de 1993</b>        | Nacional     | Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras |



|                        |          |   |
|------------------------|----------|---|
|                        |          | <p>disposiciones.</p> <p>Artículo 5°, numerales 32 y 33, asigna al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la función de promover la formulación de planes de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías ambientalmente sanas y el desarrollo de tecnologías de generación de energías no contaminantes ni degradantes.</p>  |
| <b>Ley 142 de 1994</b> | Nacional | <p>Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.</p> <p><b>Artículo 2.</b> El Estado intervendrá en los servicios públicos</p> <p><b>Artículo 3.</b> Instrumentos de la intervención estatal en los servicios públicos.</p> <p><b>Artículo 7.</b> Competencia de los departamentos para la prestación de los servicios públicos.</p>   |
| <b>Ley 143 de 1994</b> | Nacional | <p>Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.</p> <p><b>Artículo 2</b> Min minas definirá los criterios para el aprovechamiento económico de las FNCE</p>  |
| <b>Ley 697 de 2001</b> | Nacional | <p>Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.</p> <p><b>Artículo 9.</b> Promoción del uso de fuentes no convencionales de energía.</p> <p><b>Artículo 10.</b> El Gobierno Nacional (...) incentivará y promoverá a las empresas que importen o produzcan piezas, (...) motores eólicos, y/o cualquier otra tecnología o producto que use como fuente total o parcial las energías no</p> |

|                             |          |  |
|-----------------------------|----------|--|
|                             |          | convencionales.....  |
| <b>Decreto 2119 de 1992</b> | Nacional | Creación de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).  |
| <b>Decreto 1141 de 1999</b> | Nacional | <p>Reestructura el Ministerio de Minas y energía.</p> <p>Capítulo I: Unidades adscritas la Unidad de planeación minero energética (UPME) y la GREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas).</p> <p>Y el establecimiento público denominado, Instituto de investigaciones y promoción de soluciones energéticas.</p> <p>Artículo 2 numeral 4: adoptar la política nacional en materia de (.....) y desarrollo de fuentes alternas de energía.</p>   |
| <b>Decreto 549 De 2007</b>  | Nacional | <p>Por medio del cual se reglamentan las leyes 142 y 143 de 1994, 223 de 1995, 286 de 1996 y 632 de 2000, en relación con la contribución de solidaridad en la autogeneración.</p>   |
| <b>ley 1715 de 2014</b>     | Nacional | <p>Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables al sistema energético nacional.</p> <p><b>Artículo 2.</b> La finalidad es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía.</p> <p>Numeral, e) Estimular la inversión, la investigación y el desarrollo para la producción y utilización de energía a partir de FNCE.</p> <p><b>Artículo 4.</b> La promoción, estímulo e incentivo al desarrollo de las actividades de producción y utilización de FNCE son asunto de utilidad pública e interés social.</p> <p><b>Artículo 5:</b> Numeral 11. Definición de energía eólica</p> <p><b>Numeral 17.</b> Definición de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER).</p> <p><b>Artículo 6 numeral 7:</b> competencias de las CAR</p> <p><b>Artículo 20.</b> La energía eólica se considerará como FNCER.</p> <p><b>Numeral 2.</b> El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía</p> |

fomentará el aprovechamiento del recurso eólico

**Numeral 3.** El Ministerio de Minas y Energía, determinará requerimientos técnicos y de calidad para el recurso eólico

**Numeral 4.** El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, determinará los parámetros ambientales que deberán cumplir los proyectos desarrollados con energía eólica.

**Artículo 37.** Se apoyará el uso de fuentes de energía local, de carácter renovable.

**Artículo 41.** El Gobierno Nacional adoptará acciones tendientes a la supresión de barreras técnicas, administrativas y de mercado para el desarrollo de las FNCE y la promoción de la gestión eficiente de la energía.

**Artículo 42.** Fomento de la investigación en el ámbito de FNCE y la gestión eficiente de la energética.

**Numeral 4.b:** Facilitar y maximizar la penetración de FNCE en el sistema energético nacional.

**Artículo 43.** Armonización de requisitos ambientales para el desarrollo de las FNCE.

**Numeral 1.** El Gobierno Nacional, el MADS, la ANLA, y las CAR formularán y adoptarán los instrumentos y procedimientos para evaluar el impacto energético de las instalaciones a partir de FNCE.

**Decreto 1567  
de 1998**

Nacional

Por el cual se crean (sic) el sistema nacional de capacitación y el sistema de estímulos para los empleados del Estado.

## TÍTULO II SISTEMA DE ESTÍMULOS PARA LOS EMPLEADOS DEL ESTADO

### **CAPÍTULO I** Disposiciones generales del sistema de estímulos

**Artículo 13.** Sistema de Estímulos para los Empleados del Estado.

**Artículo 14.** Finalidades del Sistema de Estímulos.

**Artículo 15.** Fundamentos del Sistema de Estímulos.

**Artículo 16.** Componentes del Sistema de Estímulos.

**Artículo 17.-** a cargo de quien está el sistema de estímulos a los empleados

**CAPÍTULO II** Programas de bienestar social e incentivos

**Artículo 18.** Programas de Bienestar Social e Incentivos.

**Artículo 19.** Las entidades públicas están en la obligación de organizar anualmente, para sus empleados, programas de bienestar social e incentivos.

**CAPÍTULO IV** Programas de incentivos

**Artículo 26.** A que deben estar orientados los programas de incentivos

**Artículo 27.** Proyectos de Calidad de Vida Laboral.

**Artículo 29.** Planes de Incentivos. Los planes de incentivos para los empleados se orientarán a reconocer los desempeños individuales Artículo 30 Tipos de Planes.

**Artículo 31.** Planes de Incentivos Pecuniarios.

**Artículo 32.** Planes de Incentivos no Pecuniarios.

**Artículo 33** Clasificación de los Planes de Incentivos no Pecuniarios.

**Artículo 37.** Recursos.

**Artículo 38.** Prohibiciones en los incentivos

|                        |             |          |  |
|------------------------|-------------|----------|--|
| <b>Decreto de 2005</b> | <b>1227</b> | Nacional | Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 909 de 2004 y el Decreto-ley 1567 de 1998. |
|------------------------|-------------|----------|--|

**Título v:** sistema nacional de capacitación y estímulos

**Capítulo II** sistema de estímulos

**Artículo 69.** Las entidades deberán organizar programas de estímulos

**Artículo 76.** Los planes de incentivos, tienen por objeto otorgar reconocimientos por el buen desempeño.

**Artículo 77.** El jefe de cada entidad adoptará anualmente el plan de incentivos institucionales

**Artículo 78.** El nivel de excelencia de los empleados se establecerá con base en la calificación y el de los equipos de trabajo se determinará con base en la evaluación de los resultados del trabajo en equipo.

Fuente: Los autores

## **12. IDENTIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA CON BASE EN GENERACIÓN EÓLICA, APLICABLE A LAS CONDICIONES DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DESDE LA PERSPECTIVA DE AUTOGENERACIÓN.**

Se empezará el desarrollo de este objetivo por determinar qué tipos de tecnologías auto generadoras de energía eólica existen actualmente.

En general la energía eólica se produce por medio de diferentes generadores eólicos a continuación se muestran que tipos de estos existen y una breve descripción de sus partes.

## 12.1. Partes de un Generador Eólico:

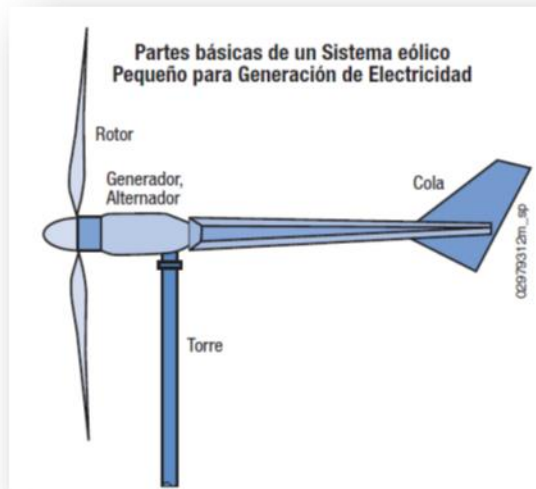


Ilustración 11: Partes de un generador eólico pequeño

Fuente: Sistemas Eólicos Pequeños para Generación de Electricidad, Una guía para consumidores en los EE.UU, versión en español, Departamento de energía de los EE.UU, 2007, página 5.

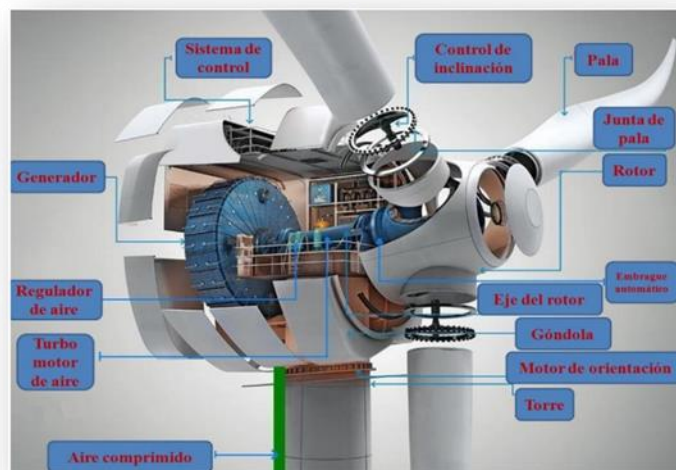


Ilustración 12 Partes mecánicas de una turbina eólica

Fuente: Respuestas a los impactos derivados de la generación de energía eléctrica; el caso de los aerogeneradores marinos, Francisca Vidal Perelló, M.Sc., Lic. En Geografía, Universitat de les Illes Balears, Página 16

## 12.2. Tipos de Generadores eólicos:

Básicamente se pueden clasificar en dos tipos, de eje horizontal y de eje vertical, a continuación, se muestran gráficas de estos dos tipos.



Ilustración 13 Turbina eólica de eje vertical

Fuente: manual de aplicación de la energía eólica, Álvaro Pinilla S., PhD., M.Sc., Ingeniero Mecánico, instituto de ciencias nucleares y energías alternativas, Universidad de los andes 2003. Página 29.



Ilustración 14 Turbina de eje Horizontal

Fuente: manual de aplicación de la energía eólica, Álvaro Pinilla S., PhD., M.Sc., Ingeniero Mecánico, instituto de ciencias nucleares y energías alternativas, Universidad de los andes 2003. Página 29

### 12.2.1. Generadores de eje Horizontal:

Los Sistemas de Conversión de energía eólica de eje Horizontal (SCEH) con dos subdivisiones como son los de baja velocidad (muchas aspas) o los de alta velocidad (pocas aspas).

### **12.2.2. Generadores de eje Vertical:**

Los Sistemas de Conversión de Eje Vertical (SCEV), con subdivisión similar a los de eje horizontal. (Manual de aplicación de la energía eólica, Álvaro Pinilla S., PhD., M.Sc., Ingeniero Mecánico, instituto de ciencias nucleares y energías alternativas, Universidad de los andes 2003. Página 27)

En las diferentes revisiones bibliográficas se reportan variados tipos de equipos desde macro-generadores hasta micro-generadores, e inclusive equipos eólicos para generación casera.

Posteriormente enfocándose a la micro generación de energía eólica, punto central de esta investigación, se decide tomar cuatro (4) prototipos que se muestran a continuación y cuya evaluación se realizará en el siguiente objetivo.

### **12.2.3. Prototipos generados en Investigaciones:**

Con base en diferentes consultas bibliográficas y ya que no se trata de estimular la creación de parque eólicos, sino de autogeneración, se escogen algunos prototipos resultados de investigaciones en diferentes niveles académicos.

Diferentes investigaciones en el tema eólico tanto a nivel nacional como internacional; han desarrollado prototipos de generación de este tipo de energía, a continuación, se citan las investigaciones escogidas, que generaron prototipos de auto generadores.

- Johnny Alexander Alfonso y Juan Carlos Orjuela, en el año 2008, realizan una tesis titulada:

*“Sistema conversor de energía eólica de baja potencia. Diseño y construcción de un prototipo”*, para optar el título de Ingeniero Mecánico, Universidad Industrial de Santander, facultad de Ingenierías físico mecánicas”.



En esta tesis se presenta una numerosa cantidad de conclusiones, entre las más relevantes están:

El arranque de la turbina generadora se da a los 5m/s, que es una medida razonable, al respecto de otras turbinas que arrancan a mayor velocidad del viento.

Los sistemas de control y dirección de los aerogeneradores se pueden mejorar con sistemas electrónicos que permitan mejorar sus mediciones y por ende optimizar este tipo de sistemas.

El consumo de una vivienda rural está entre 700 a 1000W, el diseño de este generador permite esta generación, lo que hace viable su uso.

- Pablo Emilio Arias Moreno y José Miguel Ramírez Chávez, en el año 2013, desarrollan una tesis titulada *“Prototipo generador eólico”* para optar el título de tecnólogo electromecánico, en el instituto técnico central escuela tecnológica, en Bogotá, Colombia.

En este documento se presentan entre las conclusiones más relevantes que Las posibles zonas de Colombia con buenos vientos donde este diseño pudiera ser comercializado son la isla del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Villa de Leyva - Boyacá, Cúcuta - Santander, Risaralda, Valle de Cauca, el Huila y Boyacá; que por otra parte los métodos de diseño, materiales utilizados y tecnología de fabricación se pueden mejorar utilizando herramientas tecnológicas más avanzadas.

También que el equipo fabricado y probado sirve para el estudio y desarrollo de tecnologías de aerogeneradores, de pequeña potencia, una conclusión interesante de las presentadas, indica que el prototipo no tiene un impacto financiero representativo lo que no significa que el patrón es favorable, ya que puede llegar a generar aportes a nivel tecnológico y fomentar la investigación en el área de energías renovables donde el ejemplar generador eólico permite captarle energía del viento operando con velocidades de 2m/s, en zonas urbanas.

- Oscar Iván Orduz B y Julián Edgardo Suarez p, en el año 2011, realizan una tesis titulada, “*Diseño y construcción de un prototipo de turbina eólica de eje vertical para generación a baja potencia.*” “en esta tesis se presentan entre las conclusiones más relevantes las siguientes:

La turbina logro generar una potencia cercana a los 44w operando en regimenes de vientos superiores a 10m/s lo que supone una eficiencia de generación del 7%. (...).

Es claro que con la potencia lograda con este prototipo no se suplen las necesidades energéticas de una vivienda promedio. Sin embargo al aumentar la escala de proximos desarrollos y mediante la optimización de las variables de operación se pueden llegar a obtener cantidades considerables de energía en equipos que sirvan como apoyo a otros sistemas de generación alternativa (...)

El valor de velocidad de viento para que la turbina arranque está alrededor de los 3,5m/s (...) se puede optimizar implementando sistemas de control que orienten al angilo de cabeceo de los alabes en el arranque.

- Alberto Trujillo Rivera, en el año 2012, desarrolla una tesis titulada, “*Diseño de un Generador Eólico vertical de ½ KW para velocidades de 7 m/s*” en esta tesis presenta algunas conclusiones relevantes que se presentan a continuación:

(...) se realizó el estudio preliminar de las cargas de una vivienda con una demanda de 25KWh al día, en donde se encontró que, con este sistema, se reducirá el consumo energético en un 20 %. Posteriormente, Se consideraron las fluctuaciones de las velocidades a lo largo del año, con lo que se encontró que un área de 1m<sup>2</sup> de barrido de las aspas, es suficiente para

producir 609W diarios (21% más de lo contemplado), con una mediana de distribución de 7m/s.

En esta tesis solo se realizó la simulación a 7m/s del generador, por lo que estudios a otras velocidades de viento, podrían encontrar fallas en el sistema.

Se deja claro, existen variadas investigaciones recientes con resultados muy interesantes y de alta aplicabilidad tanto en zonas urbanas como rurales.

Aparte de esto, es importante resaltar que los generadores de venta comercial, están diseñados para macro generación en parque eólicos por lo general, el enfoque de esta monografía es la autogeneración de baja potencia razón por cual estos generadores no fueron tenidos en cuenta.

Se denota además que, de acuerdo con el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia, para vientos en superficie en la región de Cundinamarca los vientos más fuertes oscilan alrededor de los 3 a 4 m/s durante todo el año el sector sur y norte del departamento, en especial los municipios de Villapinzón, Lenguaque, Guachetá y la Cabrera.

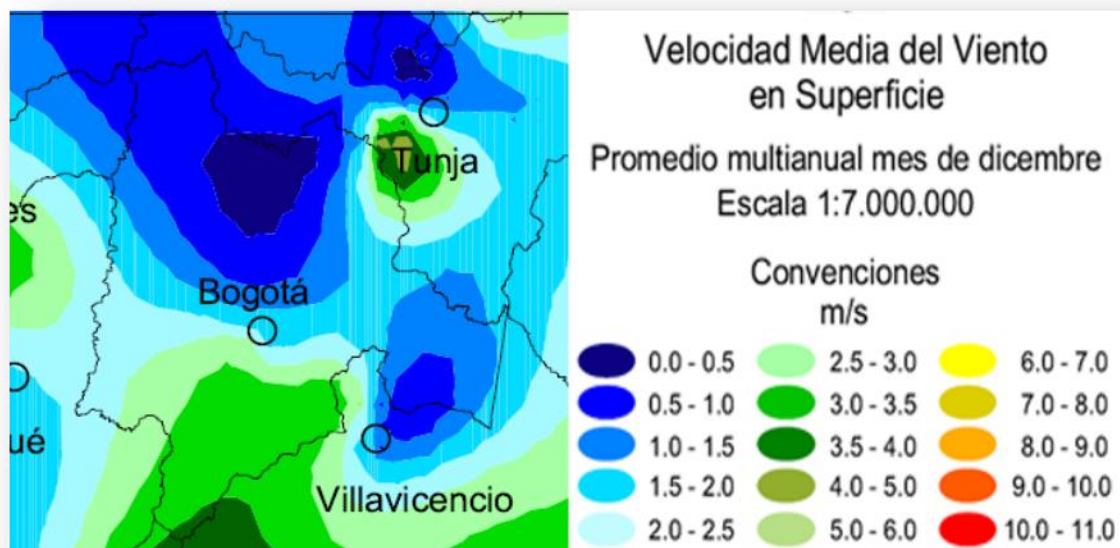


Ilustración 15, velocidad media del viento de superficie, promedio multianual mes de diciembre  
Fuente: Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia, pagina 32.

### **12.2.3. Comparación de los prototipos.**

Para evaluar los prototipos se toman los siguientes factores de calificación

1. Fecha de diseño = (100) cien puntos al más reciente, disminuyendo cada 25 puntos hasta cero (0) el de fecha más lejana de diseño.
2. Capacidad de generación = (100) cien puntos el de mayor generación, disminuyendo 25 puntos hasta el de menor generación cero (0) puntos.
3. Prueba real del prototipo = siempre que el prototipo se haya probado en campo se calificara con cien (100) puntos y cero (0) puntos si no se hicieron pruebas en campo.
4. Materiales ambientalmente sostenibles= cien (100) Puntos, si reporta materiales ambientalmente sostenibles, setenta y cinco (75) puntos si presenta otro tipo de materiales.

Con base en estos cuatro (4) criterios, se evaluaron los 4 prototipos señalados.

**Tabla 12. Cuadro Comparativo de Propiedades de los Prototipos:**

| N° del prototipo. | Diseñador del Prototipo                                 | Año de diseño | Título de la Investigación  | Nominación del costo   | Velocidad del viento necesaria para su arranque | Capacidad generada   | Prueba real en campo | Calificación del prototipo   |
|-------------------|---|---------------|---|--|---|--|----------------------|--|
| 1                 | Johnny Alexander Alfonso y Juan Carlos Orjuela          | 2008          | Sistema conversor de energía eólica de baja potencia y construcción del prototipo.  | \$ 8.918.322 colombianos del 2008.   | 5m/s  | Depende del tipo de batería de acumulación, batería usada de 12W | Si                   | <p>Fecha de diseño = 0 puntos<br/> 2. capacidad de generación = 0<br/> 3. prueba real del prototipo = 100 puntos<br/> 4. Materiales ambientalmente sostenibles= 75</p> <p><b>Calificación final: 175</b></p> |
| 2                 | Pablo Emilio Arias Moreno y José Miguel Ramírez Chávez. | 2013          | Prototipo generador eólico para optar el título de tecnólogo electromecánico, en el instituto técnico central escuela tecnológica, en Bogotá, Colombia. | Se hace con materiales reutilizados que impiden calcular su valor real. (De acuerdo a cotizaciones realizadas del costo del motor y los materiales es de: \$1'500.000 de | 2m/s  | 150 wh   | Si                   | <p>Fecha de Diseño =100<br/> capacidad de generación = 75<br/> prueba real del prototipo = 100<br/> 4. Materiales ambientalmente sostenibles= 100</p> <p><b>Calificación final: 375</b></p>                  |

|   |  |      |   |   |        |              |    |   |
|---|--|------|---|---|--------|--------------|----|---|
|   |  |      |   | Colombia del<br>2016)                                   |        |              |    |   |
| 3 | Oscar Iván<br>Orduz B y<br>Julián<br>Edgardo<br>Suarez p | 2011 | Diseño y<br>construcción de un<br>prototipo de turbina<br>eólica de eje vertical<br>para generación a<br>baja potencia. | \$1.120.674 pesos<br>colombianos del<br>2011).          | 3,5m/s | 44w          | Si | Fecha de diseño<br>= 25<br>capacidad de<br>generación = 25<br>prueba real del<br>prototipo = 100<br>4. Materiales<br>ambientalmente<br>sostenibles= 75<br><b>Calificación<br/>final: 225</b>  |
| 4 | Alberto<br>Trujillo<br>Rivera                            | 2012 | Diseño de un<br>Generador Eólico<br>vertical de ½ KW<br>para velocidades de 7<br>m/s                                    | No posee costos<br>ya que se trata de<br>una simulación | 7m/s   | 1/2KW (500w) | No | Fecha de diseño<br>= 75<br>capacidad de<br>generación =<br>100<br>prueba real del<br>prototipo = 0<br>4. Materiales<br>ambientalmente<br>sostenibles= 0<br><b>Calificación<br/>final: 175</b> |

Fuente: Los autores, basados en las bibliografías citadas.

Dando como resultado el prototipo diseñado por Pablo Emilio Arias Moreno y José Miguel Ramírez Chávez, en el año 2013, en la tesis titulada “*Prototipo generador eólico*” para optar el título de tecnólogo electromecánico, en el instituto técnico central escuela tecnológica, en Bogotá, Colombia.

#### 12.2.4. Tecnología escogida

Se escoge el prototipo diseñado por Pablo Emilio Arias Moreno y José Miguel Ramírez Chávez, en el año 2013, en la tesis titulada “*Prototipo generador eólico*” para optar el título de tecnólogo electromecánico, en el instituto técnico central escuela tecnológica, en Bogotá, Colombia.

Quien de acuerdo al cuadro al numeral anterior obtuvo una evaluación de 375 puntos.

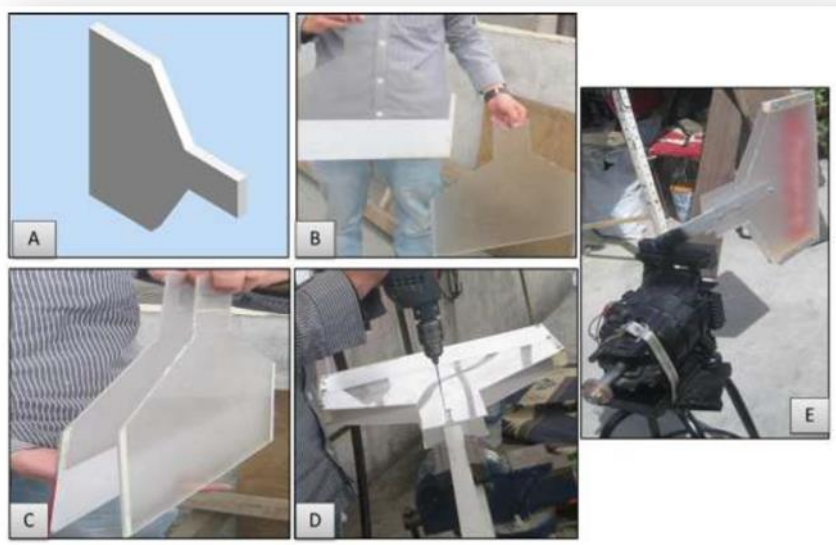


Ilustración 16, foto de micro-generador eólico escogido

Fuente: Pablo Emilio Arias Moreno y José Miguel Ramírez Chávez, en el año 2013, en la tesis titulada “*Prototipo generador eólico*” Instituto técnico central escuela tecnológica, en Bogotá, Colombia, Página 38.

Ya que entre las conclusiones citadas en esta tesis se encuentra que:

*“El prototipo de generador eólico permite captarle energía del viento para propósitos como la de carga de baterías, de acuerdo al diseño, operando con velocidades de 2m/s.”*

*“Que la energía eléctrica producida promedio diaria es de 150 wh durante los días de prueba, teniendo en cuenta que la ubicación es en una zona urbana.”*

Como se ve en la tabla anterior este prototipo arranca a 2m/s con base en esto se puede decir que con vientos de 3 a 4 m/s, se daría un margen que permitirá que dicho prototipo funcione en buenas condiciones aún con vientos relativamente fuertes, como es el caso de nuestro departamento, donde de acuerdo con el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia, y análisis hechos por los autores, para vientos en superficie en la región de Cundinamarca los vientos más fuertes oscilan alrededor de los 3 a 4 m/s durante todo el año el sector sur y norte del departamento, en especial los municipios de Villapinzón, Lenguaque, Guachetá y la Cabrera.

**Tabla 13. Consumo en Kwh mes para Iluminación**

| Tu consumo de energía depende de dos cosas: Los vatios de potencia de tus electrodomésticos y el tiempo que los utilizas. |                                       |                    |                    |                               |                    |
|---|---------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
|   | Electrodoméstico                      | Vatios de potencia | Equivalencia en kW | Tiempo de uso en horas al mes | Consumo en kWh mes |
| Iluminación   | Bombillo 100 vatios                   | 100                | 0,1                | 120                           | 12                 |
|   | Bombillo 60 vatios                    | 60                 | 0,06               | 120                           | 7,2                |
|   | Bombillo ahorrador 25 vatios          | 25                 | 0,025              | 120                           | 3                  |
|   | Bombillo ahorrador 15 vatios          | 15                 | 0,015              | 120                           | 1,8                |
|   | Bombillo LED                          | 7                  | 0,007              | 120                           | 0,84               |
|   | Instalación navideña de 100 luces LED | 9                  | 0,009              | 180                           | 1,62               |

Fuente: Empresas públicas de Medellín (EPM), Uso Inteligente de la energía eléctrica, banco de Recomendaciones, Pagina 3, Medellín Colombia, 2012.

Teniendo la producción de energía del prototipo escogido que es de 150wh, y transformando a kwh correspondería a 0.150Kwh, si multiplicamos por 30 días estaría generando 4,5 kwh al mes, que es energía suficiente para 2 bombillos ahorradores al mes y si fueran LED, sería



suficiente energía para 5 bombillos y un pequeño excedente; con 2 micro generadores se produciría suficiente energía para cuatro (4) bombillos ahorradores.

*“Para el 2014 se registraron 627.125 hogares; de esto, el 62,73% está en la cabecera, el 29,71% en rural disperso y el 7,56% restante en centro poblado. Esto implica que el número de personas concentradas por hogar a nivel departamental fue de 3,18”* (Gobernación de Cundinamarca, estadísticas de Cundinamarca 2011, 2013, primera Edición 2014, Bogotá, Colombia, 2014, Página 67).

Es decir que, de acuerdo con estas estadísticas, se puede aproximar a cuatro (4), el número de personas por hogar en el Departamento.

Se llega a la conclusión que, aunque el prototipo escogido no puede cubrir las necesidades energéticas de una familia, si puede suplir la iluminación de una familia con dos (2) generadores, si a esto sumamos que el prototipo escogido se realizó con materiales reutilizables, y por ende se puede mejorar la calidad del mismo y mejorar su tecnología lo hace un prototipo ideal para el contexto Cundinamarqués.

### **13. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS DIFERENTES FIGURAS DE INCENTIVOS QUE SE PUEDEN APLICAR A NIVEL MUNICIPAL O DEPARTAMENTAL PARA EL FOMENTO DE PROYECTOS DE AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA.**

Ya se definió dentro del marco conceptual, que es un incentivo por definición; se comenzará por enumerar algunos tipos de incentivos aplicables al departamento de Cundinamarca:

### **13.1. Clases de incentivos.**

Dependiendo del documento o autor consultado se encuentran varios tipos de estímulos, a continuación, se citan algunas de estas definiciones.

En forma general se pueden clasificar en:

#### **13.1.1. Positivos:**

*“El sistema se basa en un plan de recompensas por mejoras del desempeño.*

#### **13.1.2. Negativos:**

*El sistema se basa en un plan de multas y castigos por malos desempeños con malos desempeños con relación a un nivel esperado.*

#### **13.1.3. Directos:**

*Llamados también beneficios pecuniarios, son pagos proporcionales a los niveles incrementales de la producción.*

#### **13.1.4. Indirectos:**

*Llamados también beneficios no pecuniarios, son aquellos que no están estipulados en términos monetarios, como las vacaciones, promociones, estímulos morales, etc., también son conocidos como beneficios sociales”* (el sistema de incentivos como herramienta para el mejoramiento de la productividad empresarial, Ana María Sornoza Ortega, tesis escuela superior politécnica del litoral 2003, página 6).

#### **13.1.5. << Reconocimientos y recompensas:**

*Por reconocimiento se entiende la expresión de satisfacción de parte del jefe, colegas, o usuarios de los servicios de un empleado, en razón de una competencia, comportamiento o*

*resultado determinado. Dicho reconocimiento puede ser verbal (lo cual facilita que sea inmediato), mímico (un gesto de aprobación) o escrito (como una nota de felicitación o agradecimiento). (...)*

*La recompensa, por otra parte, es un premio previsto con anterioridad por jefes y colaboradores por la exhibición de determinadas competencias, o la emisión de determinados comportamientos o el logro de determinados resultados. Dicha recompensa puede consistir en concesiones, privilegios u objetos tangibles que valore el empleado.*

#### **13.1.6. Informales y formales**

*El incentivo informal se refiere a estímulos espontáneos, no planeados previamente, que se emiten en forma contingente a una conducta positiva o a la obtención de un resultado determinado.*

*Los incentivos formales hacen relación a estímulos institucionales planeados previamente, ante los cuales todo servidor público cree tener derecho, siempre y cuando cumplan con los requisitos exigidos para su otorgamiento.*

#### **13.1.7. Monetarios y no monetarios**

##### **13.1.7.1. Monetarios:**

*(...) Dentro del sector público colombiano se han reservado los incentivos en dinero para premiar y reconocer a los mejores equipos de trabajo, no el desempeño individual (...)*

*Es muy importante que, al premiar a los mejores equipos de trabajo, ya sea con incentivos pecuniarios o con incentivos no pecuniarios, las entidades realmente refuercen la capacidad de sinergia lograda por ellos, el liderazgo mostrado por cada integrante en aquellos aspectos de un proyecto en los que es especialmente competente, la capacidad de compromiso ante*

*objetivos compartidos, la adecuada coordinación de esfuerzos y la calidad técnica de los resultados. (...)*

#### **13.1.7.2. No monetarios:**

*(...) El jefe de cada entidad adoptará anualmente el plan de incentivos institucionales y señalará en él los incentivos no pecuniarios que se ofrecerán al mejor empleado de carrera de la entidad, a los mejores empleados de carrera de cada nivel jerárquico y al mejor empleado de libre nombramiento y remoción de la entidad.*

#### **13.1.8. Intrínsecos y extrínsecos:**

##### **13.1.8.1. Intrínsecos:**

*Las entidades deberán tener un cuidado especial en el diseño de cada uno de los cargos que conforman su planta de personal, ya que de la calidad con que se diseñen dependerán en un gran porcentaje los niveles de satisfacción de sus titulares (motivación primaria). Este buen diseño de los cargos implica, entre otros aspectos, desempeño de variedad de funciones, posibilidad de que los empleados participen en la realización de procesos completos, conocimiento de los beneficios obtenidos por la entidad gracias a sus aportes, margen suficiente de autonomía en muchas de sus actuaciones y posibilidad de poner en juego los nuevos aprendizajes logrados. Puede afirmarse que todo cargo adecuadamente diseñado es en sí mismo un excelente incentivo para el desempeño del trabajo.*

##### **13.1.8.2. Extrínsecos:**

- *Los estímulos tomados del entorno, los cuales se adicionan a la satisfacción lograda por un buen diseño de los cargos. >> (sistema de estímulos, Departamento*

Administrativo de la función pública, Bogotá, Colombia, Julio de 2007, página 33 a 35).

### **13.2. Aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de un Incentivo Institucional:**

*<< Debe ser planeado por la entidad, es decir, deberá corresponder a una estrategia institucional que cuente con el apoyo de la Alta Dirección y cuya reglamentación para su otorgamiento tenga en cuenta los parámetros técnicos propios de la Psicología organizacional.*

*Consecuente con un comportamiento determinado, para que el incentivo tenga capacidad reforzadora, deberá ser entregado al servidor público, lo más pronto posible después de que él haya realizado el comportamiento que se desea premiar.*

*Esta exigencia implica, por una parte, que el jefe o responsable de dar un incentivo, esté muy atento a las conductas que emiten sus colaboradores (a las notorias, pero también a aquellas que, aunque débiles o pequeñas están en una dirección deseable) y, por otra, que el empleado incentivado sea consciente de cuál o cuáles son los comportamientos objeto del incentivo. Las entidades, en consecuencia, deberán evitar conceder incentivos sin la certeza de que los “comportamientos objetivo” se han emitido; esto, con el fin de impedir que, en forma involuntaria, se fortalezcan “comportamientos fantasmas”, entendiendo por tales, aquellos que, siendo indeseables, en alguna forma están siendo mantenidos por efecto de reforzadores ambientales no identificados.*

- *Satisfactor de una necesidad particular del servidor público. No todo estímulo ambiental actúa como incentivo de un comportamiento. Cada servidor público tiene necesidades diferentes y dichas necesidades exigen satisfactores distintos; tales necesidades deberán, en lo posible, ser conocidas por los gestores del talento humano, con el fin de dispensar los incentivos apropiados en cada caso. En*

*consecuencia, se deberá elaborar el plan de incentivos (...) previo sondeo de opinión con una muestra representativa de los empleados de la entidad. Este plan deberá caracterizarse por una variedad de opciones de las cuales los servidores públicos puedan escoger las propias, según sean sus preferencias o necesidades.*

*(...) los jefes “deben recordar que los sistemas uniformes (de incentivos) para satisfacer necesidades y mejorar la disposición para el trabajo sirven para motivar a un grupo de funcionarios y al mismo tiempo para desmotivar a otros”; es decir, otorgar los mismos incentivos a todos los servidores públicos, independientemente de su individualidad y de sus circunstancias muy particulares, tendrá el efecto de reforzar a unos y a otros no, ya que el estímulo recibido no los afectaría positivamente.*

- *Es conveniente, por otra parte, que, en el diseño de cuestionarios para la realización de los sondeos sobre la clase de incentivos deseados, las entidades tomen como referencia las necesidades básicas humanas identificadas por Manfred Max Neef, ofreciendo a los encuestados la posibilidad de pronunciarse sobre satisfactores viables para las mismas. >> (sistema de estímulos, Departamento Administrativo de la función pública, Bogotá, Colombia, Julio de 2007, página 33).*

Antes de priorizar los incentivos más adecuados para el caso de esta monografía, es importante mencionar que existen otros incentivos, como el ofrecimiento de ascensos por rendimientos, la simple estabilidad en el tiempo, el mejoramiento salarial continuo, entre los más comunes, que no se tuvieron en cuenta, ya que a juicio de los autores, aplican para empresas ya sean estas estatales, privadas o mixtas, más no para el caso específico de incentivar el uso de una fuente energética, en este caso la energía eólica.

### 13.3. Priorización de los Incentivos más adecuados para el departamento de Cundinamarca.

Dejando claras las definiciones y los aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de un incentivo institucional, se procederá a estructurar las propuestas de diferentes figuras de incentivos que se pueden aplicar a nivel Municipal y departamental para el fomento de proyectos de energía eólica.

Se propondrán los tipos de incentivos más adecuados de acuerdo al criterio de los autores y se justificará la razón de escogencia de los mismos.

Se priorizan de la siguiente manera:

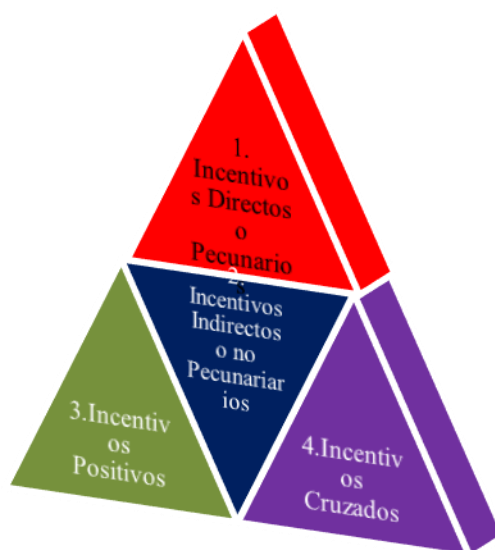


Ilustración 17. Priorización de los Incentivos más adecuados para el caso de Cundinamarca  
Fuente; los autores.

#### 13.3.1. Incentivos directos o financieros:

Este incentivo es el más adecuado, ya que toca directamente el aspecto económico y por ende crea alto impacto en las finanzas de cualquier entidad, empresa o persona natural, además es aplicable por vía de descuentos a impuestos, ya que por tratarse de generación de

energía es un tema de interés prioritario en la actualidad nacional, departamental e inclusive municipal.

De otra parte, dependiendo el tipo de impuesto puede ser cargado desde el presupuesto nacional, hasta el presupuesto municipal, como es el caso del impuesto predial.

#### **13.3.2. Incentivos Indirectos o no financieros:**

Se ponen en segundo lugar, ya que, por tratarse de aspectos como reconocimientos o distinciones, no requieren una gran inversión de recursos e igual crean un alto impacto sobre todo en comunidades, ya que el reconocimiento social crea liderazgo y admiración en los vecinos de un barrio, comuna o vereda.

#### **13.3.3. Positivos:**

Se prioriza como tercer incentivo aplicable, estos se basan en un plan de mejoras de desempeño, es de difícil aplicación, ya que serían más óptimo para sectores públicos, razón por la cual estimular el desempeño de un área específica podría llegar a causar molestia en otras áreas o migración hacia el área en el área en el cual se aplica dicho incentivo.

Sin embargo, es de utilidad ya que entidades estatales tienen directa relación con la autogeneración eléctrica eólica y por ende se hace altamente pertinente.

#### **13.3.4. Cruzados:**

Se prioriza como cuarto, los incentivos cruzados, buscan estimular una segunda acción basados en la estimulación de una primera, por ejemplo, en el caso que nos ocupa sería pertinente estimular el uso de bombillos ahorradores o led, logrando una mayor eficiencia en el uso de la energía eólica.



La combinación de tecnologías haría más eficiente el uso de energía con los cual queda clara su aplicabilidad.

Estos cuatro (4) tipos serán los tenidos en cuenta en el diseño de los incentivos del capítulo siguiente.

## **14. DISEÑO DE UNA BATERÍA DE INCENTIVOS CON SUS FICHAS METODOLÓGICAS PARTICULARIZADOS Y CORRELACIONADAS AL FOMENTO DEL USO DE ENERGÍA EÓLICA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.**

### **14.1. Incentivo 1 – Disminución en el impuesto Predial.**

Incentivo de carácter financiero del 10% el cual va a ser descontado en el recibo del impuesto predial, el cual las Secretarías de Haciendas Municipales y Distrital, entidades encargadas de recaudar este impuesto; empezando con 200 predios para el año 1 y 1012 predios para el año 5, obteniendo un incremento del 50% anual de hogares que autogeneren energía eólica.

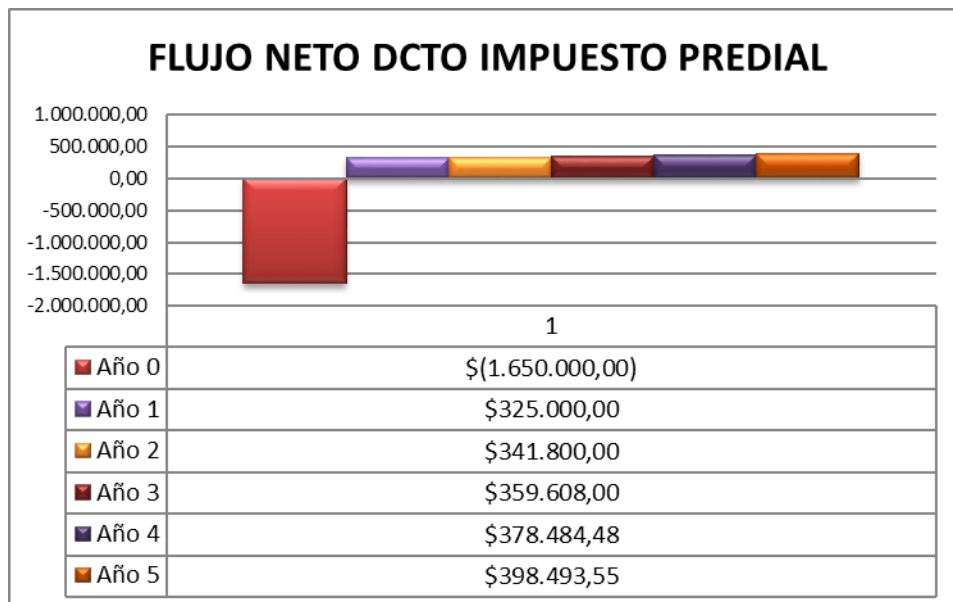
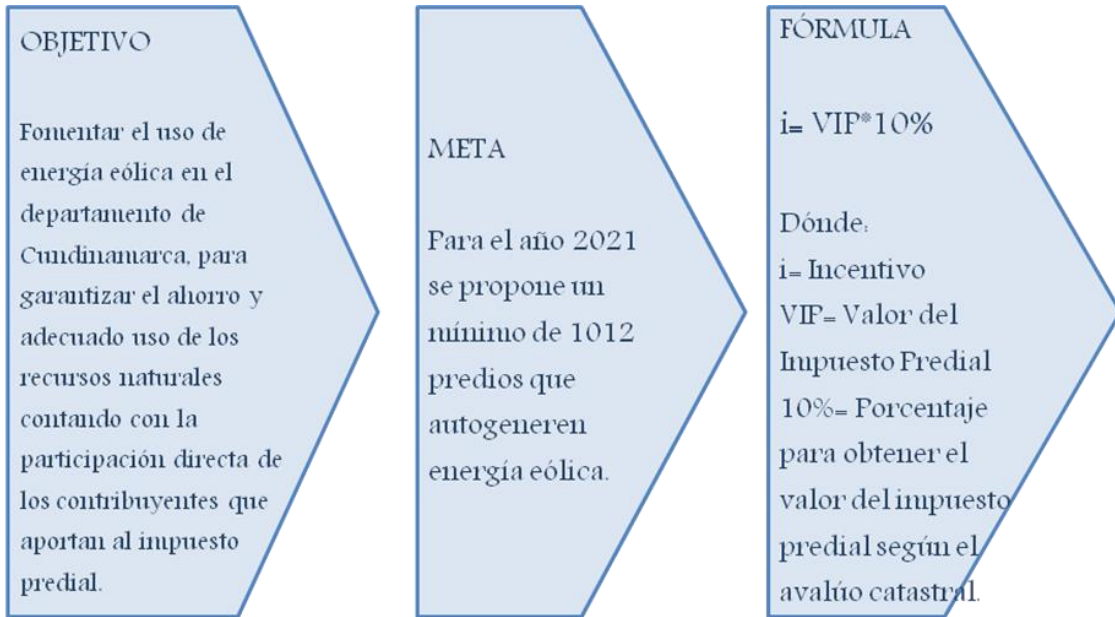


Tabla 14, Incentivo 1, Descuento sobre impuesto predial.

Fuente: Los autores

En el anexo 1, se muestra el cuadro del cual fueron tomados los datos descritos a continuación, la tasa interna de Retorno (TIR), es del 7%, lo que indica que, para el usuario

auto- generador de energía eólica, el uso de la tecnología gracias al incentivo se hace viable a partir del 5° año desde el punto de vista económico.

Por otra parte, el costo del incentivo es de \$ 316.500.000 (trescientos diez y seis millones, quinientos mil pesos), en los 5 años, para 1013 predios proyectados, lo que es un monto bajo, en relación con un presupuesto municipal, aún en municipios con bajos ingresos.

**14.2. Incentivo 2 – Descuento en el impuesto de Industria y Comercio.**

Incentivo de carácter financiero del 10%, el cual va a ser descontado en el recibo del impuesto de industria y comercio, el cual las Secretarías de Haciendas Municipales y Distrital, son las entidades encargadas de recaudar este impuesto; iniciando con 200 personas jurídicas y/o establecimientos de comercio en el año 1 y 415 en el año 5, obteniendo un incremento del 20% anual de hogares que autogeneren energía eólica.

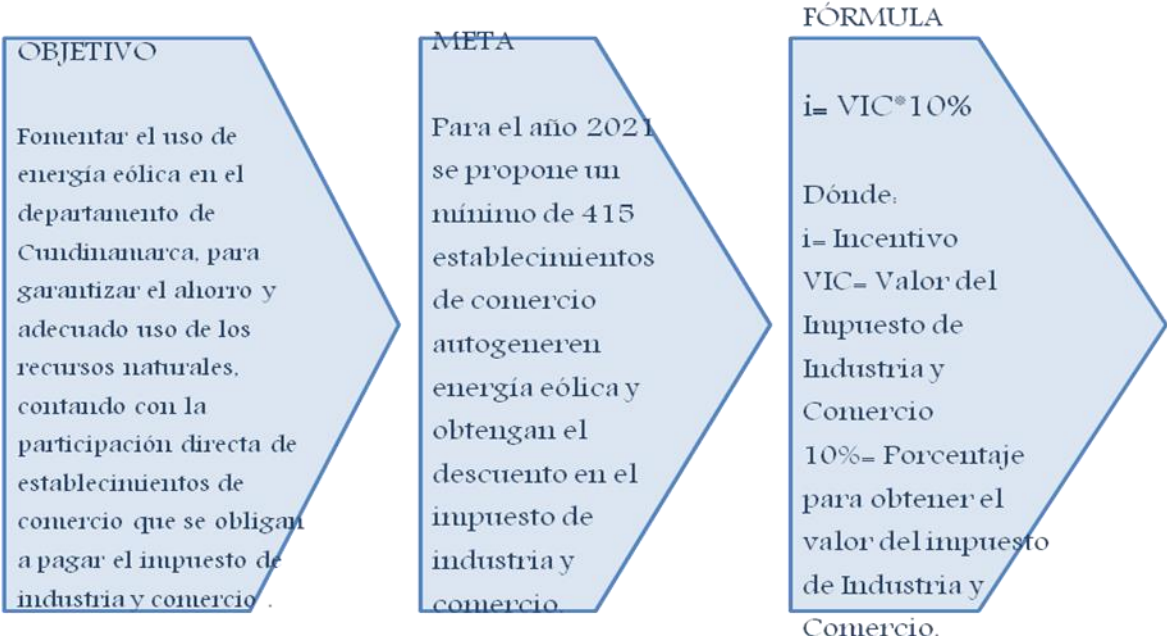
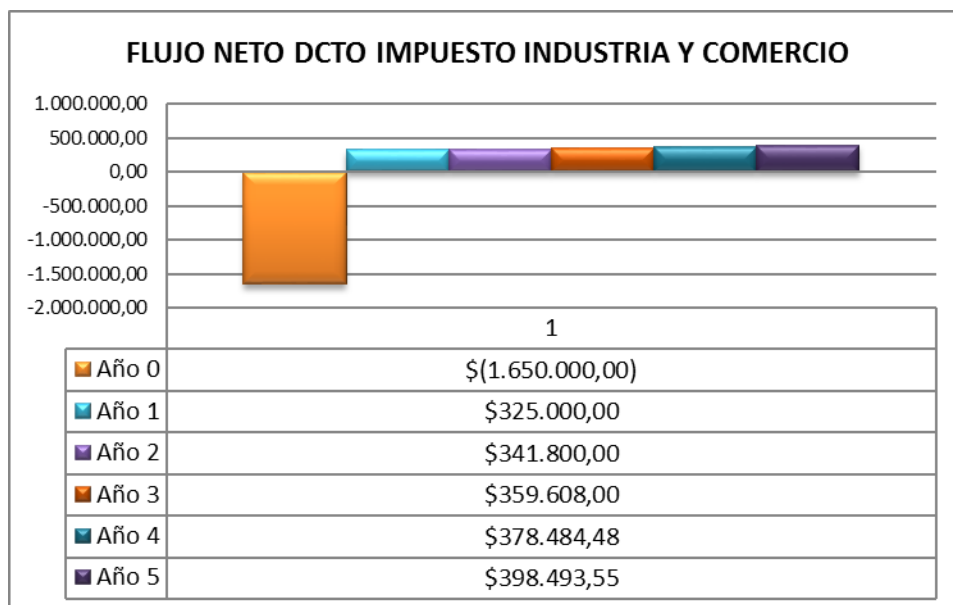


Tabla 15. Incentivo 2; beneficio sobre industria y comercio.



Fuente: Los autores

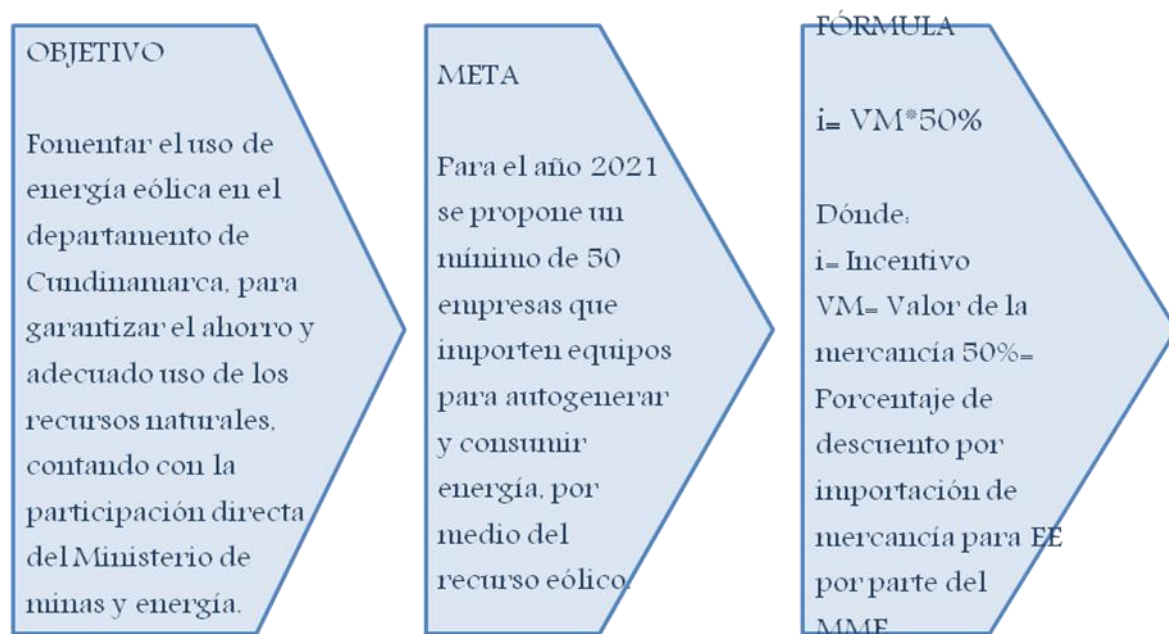
En el cuadro del anexo 2, se señalan los datos donde obtenemos, la Tasa Interna de Retorno (TIR), que es de 7%, lo que muestra al usuario que auto- genera energía eólica y utiliza la tecnología indicada en este incentivo, que es viable desde el punto de vista económico a partir del 5° año.

Además, el costo del incentivo es de \$ 357.196.800 (trescientos cincuenta y siete millones ciento noventa y seis mil ochocientos pesos), durante 5 años, para 415 establecimientos comerciales y/o personas jurídicas proyectadas, lo que quiere decir que es un monto bajo, con relación al presupuesto por establecimiento de comercio en el departamento.

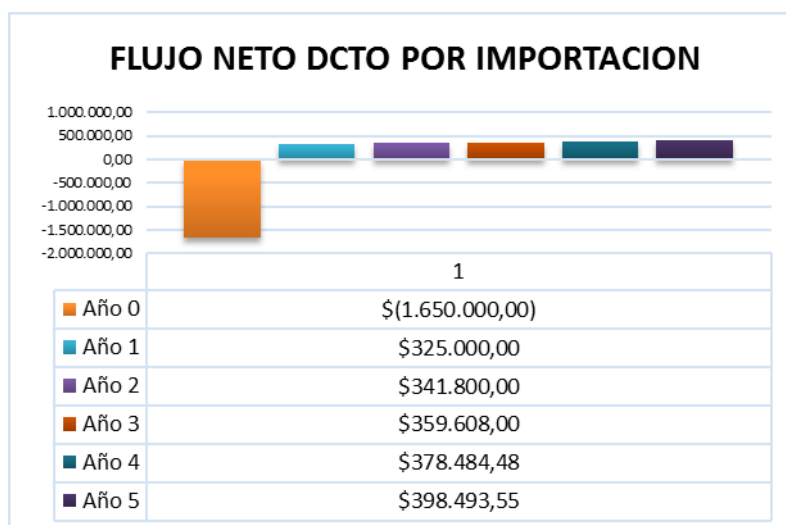
### **14.3. Incentivo 3: Descuento por importación.**

Este incentivo está diseñado para las personas jurídicas que importen equipos para autogenerar energía eólica en el departamento de Cundinamarca, teniendo en cuenta que actualmente para este tipo de mercancía no hay gravamen alguno (según arancel de aduanas reflejado por la DIAN) para importarla y la Ley 1715 de 2014, elimina el IVA por importación, sumado a esto el MME - Ministerio de Minas y Energía mediante el Decreto

1623 del 11 de agosto de 2015, dispone de recursos para financiar proyectos de generación de energía eléctrica por medio de las FNCE.



**Tabla 16. Incentivo 3, Descuento por importación.**



Fuente: los autores

En el cuadro del anexo 3, se destaca el porcentaje de la Tasa Interna de Retorno (TIR), que es de 9%, lo que indica al usuario que auto-genera energía eólica, su viabilidad desde el punto de vista económico a partir del 5° año.

Además, el costo del incentivo es de \$ 357.196.800 (trescientos cincuenta y siete millones ciento noventa y seis mil ochocientos pesos), durante 5 años, para 50 establecimientos comerciales y/o personas jurídicas proyectadas, lo que quiere decir que es un monto bajo, con relación al presupuesto por establecimiento de comercio que importe y exporte otro tipo de mercancía, y que pretenda minimizar el impacto ambiental en el departamento.

#### **14.4. Cálculo Huella Ecológica y Valor del carbono fijado por ahorro en producción de Energía Eólica proyectada.**

De acuerdo con presentación de datos expuestos en el foro “*Bogotá se conecta con la energía limpia y enfrenta el cambio climático, Bogotá, Colombia, octubre de 2015*, página 22, el promedio de producción de carbono con fuentes convencionales de producción de energía eléctrica en Colombia, es de 95gCO<sub>2</sub>/kWh.

Por otra parte, el periódico el espectador, el día 3 de febrero de 2016, cita: << *Hasta el momento, según han explicado la Fundación Natura y la BMC, actores involucrados en este primer intento, se espera reducir más de 500.000 toneladas de carbono al 2018. Cada bono podrá tener precios entre \$10.000 y \$20.000 o llegar hasta los \$15.000 por tonelada de carbono* >> (<http://www.elspectador.com/noticias/medio-ambiente/asi-se-mide-el-carbono-de-nuestros-bosques-articulo-614516>).

Dicho esto, y tomando los resultados de producción de un predio o empresa con 2 generadores de acuerdo a los resultados con la tecnología escogida, se produce 4,5 kwh al mes

por predio, para el caso de las empresas se tomarán 4 micro generadores para determinar el precio del ahorro de la producción de E.E, en términos de valoración del carbono, dejado de producir de acuerdo a los estimados realizados y la cantidad de carbono que se dejará de producir.

Dicho todo lo anterior, se tomará para el cálculo un costo promedio de \$12.000 por tonelada, es decir \$12 por kilo.

Tabla 17, Calculo de Huella Ecológica y Valor del Carbono fijado

| <b>Incentivo</b>                            | <b>N° de Productores de EE</b> | <b>E.E Producida/año/KWh</b> | <b>CO2 dejado de Producir/KG(año)</b> | <b>Costo ahorro en CO2 (año)</b> |
|---|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Descuentos impuesto Predial                 | 1013                           | 54                           | 5.197                                 | 3.367.455                        |
| Descuentos Impuesto de Industria y Comercio | 415                            | 108                          | 4.258                                 | 5.518.238                        |
| Descuento en importación                    | 50                             | 108                          | 513                                   | 664.848                          |
| <b>Sumatoria</b>                            | <b>1108</b>                    | <b>170</b>                   | <b>9.968</b>                          | <b>9.550.542</b>                 |
| <b>En 5 años</b>                            | <b>Crecimiento cero (0)</b>    | <b>850</b>                   | <b>49837,95</b>                       | <b>47.752.708</b>                |

Como se puede ver en la tabla anterior, el carbono dejado de Producir es de 9.968 kg, es decir 9,97 toneladas al año, en un lapso de 5 años, con crecimiento de (0) cero, en el número de usuarios sería de 49.837, 95 kg, es de decir, 49,837 toneladas de carbono, lo que da como resultado un valor de fijación de carbono en pesos de Colombia del 2016 de \$ 9.550.542, es decir, que con el mismo supuesto de nulo crecimiento de usuarios en 5 años sería de \$47.752.708 de Colombia del año 2016.

## **14.5. Otros incentivos planteados**

### **14.5.1. Incentivo 4 – Puntos adicionales en la calificación para las propuestas de licitaciones.**

Dar 100 puntos o puntaje acorde a la evaluación de la licitación, adicionales a oferentes que dentro de sus propuestas se comprometan a la generación y aprovechamiento de micro - generación de energía eólica, para autoconsumo, como vías que generen energía para alumbrado público, semaforización, generación eléctrica para alumbrado navideños, bombeo de agua de pozos profundos para riego de muros verdes, regado de jardinería pública, zonas verdes, arbolado urbano, mantenimiento de alumbrado urbano, etc.

#### **Tipo de incentivo:**

Indirecto, también se le llama no pecuniario o no monetario.

### **14.5.2. Incentivo 5 – Creación subsidio en el recibo de energía eléctrica:**

Formular la creación de un subsidio del 8.5% que disminuya el costo del servicio de energía eléctrica, a aquellas personas naturales o jurídicas, que empleen energía eólica, y que la producción de esta energía no genere exceso, es decir, que la energía eólica producida sea solamente para autoconsumo, ya sea esta producción en zona urbana o rural.

#### **Tipo de incentivo:**

Directo, también se le llama Pecuniario o Monetario

### **14.5.3. Incentivo 6 – Bono único a funcionarios y contratistas:**

La CAR implementará capacitaciones a sus funcionarios, contratistas y técnicos encargados del trabajo de campo que se lleva a cabo en los distritos de riego; sobre fuentes de energías no convencionales en específico de la energía eólica.



El o los funcionarios recibirán una comisión correspondiente a un 3% de su asignación mensual, a manera de aliciente, por una única vez, cuando demuestren que lograron con sus capacitaciones a comunidades, generar suficiente energía para cubrir las necesidades de alumbrado de al menos dos (1) hogar promedio, ya sea esto en zona rural o urbana. Aplicará en el periodo inmediatamente posterior a la demostración de los resultados obtenidos.

**Tipo de incentivo:**

Directo, también se le llama pecuniario o monetario.

**14.5.4. Incentivo 7 – Subsidio para estudios superiores en estudios profesionales o de posgrado:**

Con el ánimo de promover la permanencia de pequeños proyectos que manejen la energía eólica en el paso del tiempo, aquellos proyectos que demuestren su permanencia y mejora constante por periodos mayores de 5 años, podrán optar por la posibilidad de aplicar para un subsidio equivalente al 25% del costo del estudio superior o posgrado, siempre y cuando la modalidad de bachillerato sea ecológica o semejante y cuando se trate de estudios superiores la carrera sea de índole ambiental, tal como ingeniería ambiental, forestal, agroforestal, ecología, geología, licenciatura en biología, química, educación ambiental o semejante; en caso de que dicha carrera fuera estudiada en una Universidad pública, se sustituirá el subsidio de pago de estudio, por un subsidio de alimentación u hospedaje que facilite el cursar dicha carrera de pregrado; los posgrados inclusive en universidades públicas son de alto costo, por lo que aplicaría en forma directa. No aplicará para estudios en el exterior.

Es aplicable para el propietario o propietarios del predio en el cual funciona el auto-generador eólico o sus familiares en primer grado civil o hasta 3° de consanguinidad.

**Tipo de incentivo:**

Directo, también se le llama Pecuniario o Monetario

#### **14.5.5. Incentivo 8 – Reconocimiento social:**

Los incentivos sociales, son en general alicientes que permiten reconocimiento de un grupo profesional o social, esto hace que la persona o grupo que recibe este, gane liderazgo en la comunidad u organización, lo que logra una mejora en el ambiente laboral o mayor compromiso con el trabajo con comunidades.

La gobernación de Cundinamarca en asocio con La CAR, creará un aliciente a modo de reconocimiento social, a cualquier persona natural, jurídica o familia, que demuestre la creación de nuevas tecnologías funcionales para el aprovechamiento de la energía eólica.

Si se tratara de una persona natural o familia, dicho desarrollo puede ser un prototipo hechizo pero funcional, que demuestre su utilidad, en la generación que provea al menos las necesidades de alumbrado de al menos el 50% del consumo, durante un periodo de al menos un año, en caso que el uso de energía eólica sea para bombeo, aplicará en regiones que históricamente presenten escases de agua y debe servir para bombear agua suficiente para 3 (tres) familias o 12 (doce) personas.

En el caso de personas jurídicas, debe demostrar su utilidad, ya sea para bombeo de agua, generación de energía eléctrica, iluminación en parques o avenidas, de tal forma que dicho prototipo pudiera llegar ser fabricado en masa y esto sea demostrable.

Este reconocimiento será anual y por una única vez a cada familia, persona natural o jurídica y consistirá en un reconocimiento público en el cual se le entregará una placa, aludiendo el buen desempeño ambiental y su espíritu innovador, si se trata de un grupo empresa o familia, en la placa se grabará el apellido de la familia, nombre del grupo o persona jurídica.

#### **Tipo de incentivo:**

Indirecto, también se le llama no pecuniario o no monetario.

#### **14.5.6. Incentivo 9 – Modificación de horarios laborales a Personal en estudios FNCE**

Los funcionarios públicos o privados que demuestren estar estudiando cursos de posgrados en uso eficientes de la energía, uso de fuentes de energía no convencionales o cursos formales, es decir, técnicos o tecnológicos y que demuestren tener promedios superiores a 4.5 cuando su sistema de calificación sea de 1 a 5 y 1 sea la nota mínima y 5 la calificación máxima o su equivalente en cualquier otro sistema de evaluación cuantitativo o cualitativo, podrán solicitar y será obligación de su jefe directo en el caso de empleados públicos o la dirección de recursos humanos, o quien haga sus veces en el sector privado, realizar la gestión de modificación de su horario de trabajo que le permita realizar sus estudios en el horario asignado por el ente universitario.

Toda persona que en cualquier nivel jerárquico realice estudios en temas de aprovechamiento de FNCE o uso eficiente de la energía, ya sea a nivel técnico, tecnológico o de posgrado , ya sea esta especialización, maestría, doctorado o cualquier otro, que lo financie con recursos propios, tendrá derecho a que su horario laboral sea modificado de tal forma que permita la realización de sus estudios en el horario asignado por el ente universitario, siempre y cuando su rendimiento académico cumpla lo planteado en este incentivo y este se mantenga en el tiempo. En caso contrario dicha modificación de horario será retirada.

Esta modificación podría aplicarse de las siguientes formas:

a) Debe empezar labores en su horario asignado, pero podrá retirarse hasta un máximo de 2 horas antes de la finalización normal de sus labores, siempre y cuando esto no implique incumplimiento de las obligaciones asignadas y esto no debe causar disminución en su asignación monetaria contractual.

b) Podrá presentarse a sus labores asignadas máximo 1 hora después de su entrada laboral normal, de tal forma que permita aprovechar esta hora en labores académicas.

c) podrá solicitar un máximo de 3 días laborales compensados, para realizar labores académicas, esto no afectará los permisos por calamidad familiar, incapacidades o demás tipos permisos de ausencia que contempla la ley.

d) su horario podría ser particionado de tal forma que, aun usando recursos de la empresa, como computadores o impresoras, le permita aprovechar esta partición en actividades académicas, por ejemplo, trabajar 4 horas en la mañana, tomar 3 horas incluidas la de almuerzo y retomar sus labores, otras cuatro horas, para cumplir su jornada laboral, siempre y cuando sea para su aprovechamiento académico.

e) Disminuir su horario semanal normal en un máximo de 4 horas, por ejemplo, no laborar las 4 horas del día sábado, sin perjuicio de su asignación mensual.

La empresa debe proveer la forma de control de estas modificaciones, pudiendo tomar solo una de estas alternativas, siempre y cuando cumpla con las condiciones planteadas.

#### **Tipo de incentivo:**

Indirecto, también se le llama no pecuniario o no monetario.

#### **14.5.7. Incentivo 10 – Inclusión en programas especiales y estímulo integrativo.**

Toda persona que ingrese en la organización, sea este un ente estatal o privado y que demuestre tener idoneidad ya sea por experiencia (empirismo), formación formal en cualquier nivel de índole ambiental, puede entrar a colaborar en programas especiales de la empresa o ente estatal, que busque mejorar el uso de los recursos energéticos, a través de implementación de micro-generadores de energía eólica.

Si el funcionario o grupo, logra implementar una autogeneración de al menos un 15% del consumo promedio en alumbrado, que se toma de la red de energía eléctrica convencional, tendrá derecho a recibir un reconocimiento por parte de su jefe inmediato y las directivas del ente o empresa y esto le permitirá, utilizar parte de su tiempo laboral en la capacitación a sus compañeros de labores, personal administrativo, directivos, socios y demás en el mantenimiento y uso del equipo de autogeneración.

Esta actividad debe ser estimulada por las directivas, permitiendo reuniones en horarios laborales que no superen las 4 horas semanales y que en ninguna forma alteren el cumplimiento de sus obligaciones.

El reconocimiento se hará a través de una circular empresarial o del ente, destacando la labor realizada, un 25% valor del ahorro energético generado por el micro-generador, deberá ser usado para una o varias actividades de integración empresarial tales como fiesta de despedidas, cumpleaños, paseos de integración o cualquier otra que los empleados indiquen por medio de sondeos con todos los niveles jerárquicos de la organización.

#### **Tipo de incentivo:**

Indirecto, también se le llama no pecuniario o no monetario.

#### **14.11 ¿Cómo presentar este proyecto en un municipio?**

En materia de impuestos en los municipios, quien decide es el concejo municipal; se debe presentar un proyecto de acuerdo, a través de un concejal planteando el descuento; el cual éste lo lleva al concejo para que se realicen los debates correspondientes y aprueben el incentivo, puede ser rebaja en el impuesto predial o la exención del mismo por un tiempo determinado que no supere los diez (10) años.

## 15. CONCLUSIONES:

### 15.1 CONCLUSIONES GENERALES

- Según la revisión bibliográfica realizada, son numerosas las tecnologías que generan energía eólica, desde macro generadores propios para parques eólicos, hasta micro generadores apropiados para autogeneración, siendo estas últimas las tecnologías recomendadas en esta monografía.

Se escogieron cuatro (4) tecnologías generadoras de energía eólica las cuales fueron: “Sistema conversor de energía eólica de baja potencia y construcción del prototipo”, “Prototipo generador eólico en Bogotá Colombia”, “Diseño y construcción de un prototipo de turbina eólica de eje vertical para generación a baja potencia”, “Diseño de un Generador Eólico vertical de ½ KW para velocidades de 7 m/s”, aplicables a las velocidades de los vientos de superficie del departamento de Cundinamarca.

Dentro de las cuatro tecnologías escogidas, se eligió el prototipo generador eólico diseñado por el señor Pablo Arias, teniendo en cuenta que la velocidad del viento es de 3 a 4 m/s durante todo el año en el sur y norte del Departamento; ya que dicho generador arranca a una velocidad del viento de 2 m/s, lo que le da un margen para su óptimo funcionamiento

- El prototipo escogido genera 150 Wh.; con dos generadores se genera suficiente energía para cubrir la demanda de iluminación de un hogar promedio en el departamento. Para el caso de los tres incentivos diseñados, se genera 170 Kwh, para un total de 850 Kwh producidos en los cinco (5) años.

En términos de disminución de producción de carbono, se deja de producir 9.968 Kg, es decir 9.97 toneladas de carbono al año, para un total en (5) cinco años de 49.8 toneladas de carbono, estimando un incremento de usuarios de cero (0).

Promediando un costo de fijación de tonelada de carbono en \$12.000 pesos colombianos año 2016, el valor de CO2 dejado de producir es de \$9'550.542 en un año, y de \$47'752.708 en cinco años.

De acuerdo con los datos anteriores, se concluye que la tecnología escogida es apropiada ya disminuye costos y disminuye en aproximadamente 50 toneladas de producción de carbono, por tratarse de tecnología limpia.

- Se identificaron gran variedad de tipos de incentivos de los cuales se eligieron inicialmente, nueve (9) figuras de incentivos en los cuales están los positivos, negativos, directos, indirectos, de reconocimiento y recompensa, Informales, formales, monetarios, no monetarios, intrínsecos y extrínsecos, de los cuales se priorizaron (4) así:

- a) Directos o pecuniarios
- b) Indirectos o no pecuniarios
- c) Positivos
- d) Cruzados

Luego de analizar todas las figuras de incentivos, la que más viable es el incentivo de tipo directo monetario, por ser fácilmente cuantificable y analizable.

- Como resultado de las fichas diseñadas, los incentivos se hacen económicamente viable en el 5° año en razón a que la Tasa Interna de Retorno de 7% de rentabilidad es favorable, para el incentivo del descuento sobre el impuesto predial y el descuento en

el impuesto de industria y comercio; y una TIR de 9% de rentabilidad para el incentivo del descuento por importación de turbinas para aerogeneradores de EE.

- Calculando la huella ecológica del proyecto, concluimos que el ahorro en pesos durante cinco (5) años \$47'758,708 y en toneladas un total de 49,85 de CO2.
- Con base en los incentivos financieros diseñados son:
  - **Impuesto Predial:** Consiste en el descuento del 10% en el recibo del impuesto predial unificado, el cual va a ser descontado siempre que el contribuyente certifique ante CODENSA en su jurisdicción y las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica en los municipios, la generación de energía eólica; donde las Secretarías de Haciendas Municipales y Distrital en Bogotá, son las entidades encargadas de recaudar este impuesto. Empezando con 200 predios para el año 1 y 1012 predios para el año 5, obteniendo un incremento del 50% anual.
  - **Impuesto de Industria y Comercio:** El cual va a ser descontado el 10% en el impuesto de industria y comercio, el cual las Secretarías de Haciendas Municipales y Distrital en Bogotá, son las entidades encargadas de recaudar este impuesto; con una proyección en el año 1 de 200 personas jurídicas y/o establecimientos de comercio y terminando el año 5 con 415 personas jurídicas que certifiquen la generación de energía eólica en el departamento, obteniendo un incremento del 20% anual en el total de establecimientos que aprovechen el recurso eólico.
  - **Descuento por importación:** Este incentivo está diseñado para las personas jurídicas que importen equipos para autogenerar energía eólica en el



departamento de Cundinamarca, teniendo en cuenta que actualmente para este tipo de mercancía no hay gravamen alguno (según arancel de aduanas reflejado por la DIAN) para importarla y la Ley 1715 de 2014, elimina el IVA por importación, sumado a esto el MME - Ministerio de Minas y Energía mediante el Decreto 1623 del 11 de agosto de 2015, dispone de recursos para financiar proyectos de generación de energía eléctrica por medio de las FNCE.

En el marco de la Gestión Ambiental Urbana – GAU (Bárcenas - 2014), este proyecto contribuye desde la identificación, análisis, formulación de instrumentos técnicos económicos y sociales y financieros, contribuyendo a la mitigación de problemas ambientales en pro de la gestión de los recursos naturales renovables en el departamento, con el propósito de contribuir a la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible en los ámbitos urbanos-regionales.

## **15.2. RECOMENDACIONES**

- Existen incentivos creados por el Gobierno nacional e inclusive ministerios y secretarías municipales, actualmente, lo que haría viable crear una norma que tenga en cuenta los incentivos diseñados en esta monografía. (con base en ese estudio se vio la oportunidad de diseñar incentivos financieros que fomenten el uso de este tipo de tecnologías los cuales pueden aplicar tanto la eólica como la solar)
- Es recomendable tener en cuenta las diferentes investigaciones que al respecto del uso de energía eólica en nuestro país, se han elaborado; ya que muchas de ellas han demostrado tener aplicabilidad tanto en el ámbito rural como urbano. (Es necesario

fomentar procesos de investigación que propongan optimización de dicha tecnología reduciendo costos espacios)

- Facilitar los trámites de cofinanciación para desarrollar proyectos de autogeneración de energía eólica, ya que estos aportan en la seguridad energética del departamento.
- Estimular el uso o aprovechamiento de otro tipo de energías alternativas, tales como la energía solar, geotérmica, bio-digestores, hidráulica, entre otras.
- Teniendo en cuenta que se han desarrollado diferentes investigaciones, cuyo resultado ha sido la creación de prototipos auto-generadores de energía eólica, estudiar la posibilidad de masificar la fabricación a nivel industrial de algunos de estos, ya que han demostrado su utilidad.
- En el transcurso de esta investigación se determinó que la autoridad ambiental en este departamento, no implementa actualmente políticas ni proyectos de aprovechamiento de energía eólica; se recomienda implementar políticas, estrategias y lineamientos que permitan la utilización de este tipo de energía.
- De acuerdo con la actual crisis energética que enfrenta el país, el Fondo Nacional para la Naturaleza, por sus siglas en inglés WWF, recomendó al Gobierno Colombiano, estimular el uso de Fuentes de energía no convencionales como posible solución a la mencionada crisis; de tal forma se recomienda tomar en cuenta esta propuesta.
- Involucrar a los medios de comunicación, las entidades públicas y privadas, para que se sientan comprometidos con el uso de energías alternativas generando programas de educación ambiental con este tipo de energías que conlleven el desarrollo de este tipo de proyectos.

- Promover la implementación no solo de megaproyectos de energías alternativas, ya sean estos parques eólicos, solares, o cualquier otra FNCE, sino también micro generadores que están en potencial de aportar en parte de la solución para alumbrado de espacios públicos, semaforización, alumbrados navideños, ya sea en cascos urbanos o zonas rurales.
- Existen incentivos creados por el Gobierno nacional e inclusive ministerios y secretarías municipales, actualmente, lo que haría viable crear una norma que tenga en cuenta los incentivos diseñados en esta monografía.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

Afanador, Zapata, Núñez, Ramirez, Yepes, Garzón. (2013). *Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca*. Bogotá: Fedesarrollo, Energía de Bogotá .

Alcaldía Mayor de Bogotá. (12 de Junio de 2012). Acuerdo 489 de 2012. *Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá D.C. 2012-2016*. Bogotá D.C.: Concejo de Bogotá D.C.

Alfonso J y Orjuela J. (2008). *Sistema conversor de energía eólica de baja potencia. Diseño y construcción de un prototipo*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías físico-mecánicas, Escuela de ingeniería mecánica.

Álvarez C. (2006). *Energía Eólica*. Madrid - España: Dirección Técnica, Instituto para la diversificación y ahorro de la energía.

Arias P y Ramírez J. (2013). *Prototipo generador eólico*. Bogotá D.C.: Instituto Técnico Central escuela de tecnología.

Avellaneda J. (2012). *Estudio del potencial de generación de energía eólica en la zona del páramo de Chontales, municipios de Paipa y Sotaquirá.*: Bogotá D.C.: Universidad Libre, Facultad de ingeniería.

Bautista J y García M. (2012). *Generador eólico de baja potencia*. Argentina: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo.

Centro Nacional de Metrología. (2001). *División de metrología de masa*. México: Centro Nacional de Metrología, Área de metrología mecánica.

Consorcio energético - CORPOEMA. (2011). *Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia - PDFNCE, Volumen 2-Diagnóstico de las FNCE en Colombia*. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero energética - UPME.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2014). *Guía Metodológica para la delimitación de zonas de ronda en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR*. Bogotá D.C.: CAR - Cundinamarca, Subdirección de recursos naturales y Oficina de Planeación.

Corporación Financiera Internacional. (2010). *IFC Servicios de asesoría en América Latina y el caribe acceso a financiamiento*. Washington, DC: Grupo Banco Mundial.

Departamento Administrativo de la Función Pública. (2007). *Sistema de estímulos*. Bogotá D.C.: DAFP - Departamento de la Función Pública.

Colombia. (1992). *Decreto 2119 de 1992*. Bogotá D.C. Senado de la Republica.

Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993*. Bogotá D.C. Senado de la Republica.

Colombia (1994). *Ley 142 de 1994*. Bogotá D.C. Senado de la República

Colombia. (1994). *Ley 143 de 1994*. Bogotá D.C. Senado de la República.

Colombia. (1998). *Decreto 1567 de 1998*. Bogotá D.C. Senado de la Republica.

Colombia. (1999). *Decreto 1141 de 1999*. Bogotá D.C. Senado de la Republica.

Colombia. (2001). *Ley 697 de 2001*. Bogotá D.C. Senado de la República.

Colombia. (2005). *Decreto 1227 de 2005*. Bogotá D.C. Senado de la República

Colombia. (2007). *Decreto 549 de 2007*. Bogotá D.C. Senado de la Republica.

Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014*. Bogotá D.C. Senado de la Republica.

Departamento de energía EEUU. (2007). *Sistemas eólicos pequeños para generación de electricidad, una guía para consumidores en los EEUU*. Washington D.C.: Departamento de energía de EEUU., energía, eficiencia y energía renovable.

El Espectador. (2013). *Así se mide el carbono de nuestros bosques*. Bogotá D.C.: El espectador noticias.

Figuerola C. (2008). *El desarrollo sostenible a través de los mecanismos de desarrollo limpio, caso del parque eólico Jepírachi de la Guajira Colombiana*. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de ciencias políticas y relaciones internacionales.

Gobierno Nacional de la República de Colombia. (09 de junio de 2015). *LEY 1715 DE 2015. Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Bogotá D.C., Colombia: Congreso de Colombia.

Grupo Financiero BANORTE. (2016). *Financiamiento, Compromiso fuerte con el medio ambiente. México*. HYPERLINK "http://www.banorte.com" [www.banorte.com](http://www.banorte.com).

Grupo G9, UCLM. (2012). *Energía Eólica, Tema 6, Curso de física ambiental*. Ciudad Real, España: Universidad de castilla la mancha - UCLM.

Hernández C. (2014). *Manual para la elaboración de tesis profesional para licenciatura: líneas de generación y aplicación del conocimiento y tipología de trabajos recepcionales*. México: Universidad de Xalapa.

Hernández E. (2006). *Metodología de la investigación, cómo escribir una tesis*. Bogotá D.C.: Escuela Nacional de Salud Pública - ESAP

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2002). *Mapa digital Integrado*. Bogotá D.C.: Sociedad Geográfica de Colombia, Atlas de Colombia, IGAC.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2011). *Manual plan de incentivos*. Bogotá D.C.: Secretaria General, Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Ministerio de Industria turismo y comercio. (2006). *Manual de energía renovable 3*. Madrid, España: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, Ministerio de industria turismo y comercio.

Ministerio de Minas y Energía. (2006). *Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia*. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía, UPME - Unidad de Planeación Minero Energética, IDEAM.

Ministerio de Minas y Energía. (2012). *Energía eléctrica*. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía, memorias del congreso de la república.

Mur J. (2005). *Master europeo en energías renovables y eficiencia energética, curso de energía eólica*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza, departamento de ingeniería eléctrica.

Organización Latinoamericana de Energía. (2013). *Matriz de oferta total de energía*. Quito, Ecuador: OLADE, [www.olade.org](http://www.olade.org).

Pinilla A. (2003). *Manual de aplicación de la energía eólica*. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes, Instituto de ciencias nucleares y energías alternativas.

Quintero C. (2009). *Diseño de una luminaria para la ciudad de Bogotá alimentada por energía eólica*. Bogotá D.C.: Universidad Javeriana, Facultad de Arquitectura y Diseño.

República de Colombia. (1991). *Constitución Nacional* Bogotá D.C. Congreso Asamblea Nacional Constituyente.

Secretaría de Energía. (2008). *Energías renovables 2008 - Energía eólica*. Argentina: Dirección General de Cooperación y Asistencia Financiera Secretaría de Energía.

Sornoza A. (2003). *El sistema de incentivos como herramienta para el mejoramiento de la productividad empresarial*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Universidad del Cauca. (2009). *Plan de estímulos e incentivos laborales para trabajadores de la universidad del Cauca, Versión 1*. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca.

UPME (2015), *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.

Vidal F. (2014). *Respuestas a los impactos derivados de la generación de energía eléctrica: el caso de los aerogeneradores marinos*. España. Universitat de les Illes Balears.

## **Anexo 1**

## INCENTIVO 1

|   |                   |  |               |               |               |               |               |
|---|-------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1- NOMBRE DEL INCENTIVO   |                   | DESCUENTO IMPUESTO PREDIAL   |               |               |               |               |               |
| 2- TIPO DE INCENTIVO  |                   | Directo - Financiero   |               |               |               |               |               |
| 3- OBJETIVO:  |                   |  |               |               |               |               |               |
| Fomentar el uso de energía eólica en el departamento de Cundinamarca , para garantizar el ahorro y adecuado uso de los recursos naturales contando con la participación directa de los contribuyentes que aportan al impuesto predial.  |                   |  |               |               |               |               |               |
| 4- META DE APLICACIÓN DEL INCENTIVO:  |                   |  |               |               |               |               |               |
| Para el año 2021 se propone un mínimo de 1012 predios que autogeneren energía eólica, con un incremento anual de 50% de los predios desde el año 1.   |                   |  |               |               |               |               |               |
| 5- ENTIDAD RESPONSABLE DE OTORGAMIENTO/FINANCIACIÓN   |                   | Secretarías de hacienda municipales y distritales  |               |               |               |               |               |
| 6- DEPENDENCIA RESPONSABLE  |                   | Subdirección de Proyectos Especiales   |               |               |               |               |               |
| 7- POBLACIÓN OBJETIVO (A QUIEN VA DIRIGIDO):  |                   | Contribuyentes que estén obligados a pagar impuesto predial  |               |               |               |               |               |
| 8- SECTOR ECONOMICO Y SOCIAL A QUIEN BENEFICIA  |                   | Secundario o industrial y Terciario o de Servicios   |               |               |               |               |               |
| 9 -DESCRIPCION DEL INCENTIVO:   |                   |  |               |               |               |               |               |
| Incentivo de carácter financiero del 10% el cual va a ser descontado en el recibo del impuesto predial, estará a cargo de las Secretarías de Hacienda Municipales , entidades encargadas de recaudar este impuesto; empezando con 200 predios para el año 1 y 1012 predios para el año 5, obteniendo un incremento del 50% anual de predios que autogeneren energía eólica. |                   |  |               |               |               |               |               |
| 10- FORMULA DE CÁLCULO:   |                   | i= VIP*0,10%<br>Dónde:<br>i= Incentivo<br>VIP= Valor del Impuesto Predial<br>0,10%= Porcentaje para obtener el valor del impuesto predial según el avaluo catastral. |               |               |               |               |               |
| 11- PRESUPUESTO ESTIMADO ANUAL DEL COSTO DEL INCENTIVO PARA LA ENTIDAD  |                   |  |               |               |               |               |               |
| EGRESOS   |                   |  |               |               |               |               |               |
| Año   | 0                 | 1  | 2             | 3             | 4             | 5             |               |
| Costo de la mercancía (aerogenerador)   | \$ 1.500.000      |  |               |               |               |               |               |
| Costo de la instalación   | \$ 150.000        |  |               |               |               |               |               |
| Costo del mantenimiento anual   |                   | \$ 75.000  | \$ 75.000     | \$ 75.000     | \$ 75.000     | \$ 75.000     | \$ 75.001     |
|   |                   |  |               |               |               |               |               |
| TOTAL EGRESOS   | \$ 1.650.000,00   | \$ 75.000,00   | \$ 75.000,00  | \$ 75.000,00  | \$ 75.000,00  | \$ 75.000,00  | \$ 75.001,00  |
| INGRESOS  |                   |  |               |               |               |               |               |
| Ahorro KWH por predio   |                   | \$ 264.000,00  | \$ 279.840,00 | \$ 296.630,40 | \$ 314.428,22 | \$ 333.293,92 | \$ 353.291,55 |
| Descuento por generar energía eólica anual  | 10%               | \$ 120.000,00  | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00 |
| TOTAL DE INGRESOS   |                   | \$ 384.000,00  | \$ 399.840,00 | \$ 416.630,40 | \$ 434.428,22 | \$ 453.293,92 | \$ 473.291,55 |
| FLUJO NETO  | \$ (1.650.000,00) | \$ 309.000,00  | \$ 324.840,00 | \$ 341.630,40 | \$ 359.428,22 | \$ 378.293,92 | \$ 398.290,55 |
| TIR   | 7%                |  |               |               |               |               |               |



|   |                 |                          |                    |                    |                    |                     |                     |
|---|-----------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|   |                 | \$ (1.320,00)            |                    |                    |                    |                     |                     |
| Predios que autogeneren por año           |                 | 200                      | 300                | 450                | 675                | 1013                |                     |
| Costo promedio por predio                 |                 | \$ 150.000.000,00        | \$ 150.000.000,00  | \$ 150.000.000,00  | \$ 150.000.000,00  | \$ 150.000.000,00   |                     |
| Porcentaje para calcular impuesto predial | 8 *1000 (0,08%) | 0,008                    | 0,008              | 0,008              | 0,008              | 0,008               |                     |
| Pago por impuesto predial                 |                 | \$ 1.200.000,00          | \$ 1.200.000,00    | \$ 1.200.000,00    | \$ 1.200.000,00    | \$ 1.200.000,00     |                     |
| Descuento por generar energía eólica      | 10%             | \$ 120.000,00            | \$ 120.000,00      | \$ 120.000,00      | \$ 120.000,00      | \$ 120.000,00       |                     |
| Ahorro por generación de EE.              |                 | \$ (24.000.000,00)       | \$ (36.000.000,00) | \$ (54.000.000,00) | \$ (81.000.000,00) | \$ (121.500.000,00) | \$ (316.500.000,00) |
|   |                 |                          |                    |                    |                    |                     |                     |
| TASA                                      | 6,00%           |                          |                    |                    |                    |                     |                     |
|   |                 |                          |                    |                    |                    |                     |                     |
| <b>VALOR PRESENTE</b>                     |                 | <b>\$ 107.162.534,70</b> |                    |                    |                    |                     |                     |

#### 12- FUENTE DE LOS FONDOS PARA EL OTORGAMIENTO DEL INCENTIVO

Los concejos municipales y el concejo Distrital, creará un rubro presupuestal en el cual se verá reflejado el descuento por autogeneración de energía eólica, donde las Secretarías de Hacienda serán las entidades encargadas de imprimir los recibos con el respectivo descuento.

|   |   |
|---|---|
| <b>13- MODALIDAD DEL BENEFICIO (ÚNICO, O PERIÓDICO)</b>     | Periódico durante 5 años por una única vez  |
| <b>14- TIEMPO POR EL CUAL SE APLICARÁ EL INCENTIVO</b>      | 5 Años  |
| <b>15- ENTIDAD QUE CERTIFICA AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA:</b> | CODENSA S.A. E.S.P en su jurisdicción y Empresas de energía de Cundinamarca E.S.P. en los municipios. |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

\* TIR: Es el valor total de ingresos menos el valor total de egresos

\*RENTABILIDAD: Podemos concluir que el consumidor puede obtener el valor de la inversión inicial en cinco (5) años, toda vez que es bajo el valor del consumo en KWH; terminado el año 5 empiezo a ver la rentabilidad del proyecto, puesto que el aerogenerador ya es de su propiedad, y el gasto que tiene es el mantenimiento anual del equipo.

\* DURABILIDAD: Se da garantía de 10 años de vida útil a las turbinas que hacen funcionar los aerogeneradores

Valor presente: Es el valor actual de un capital. Su cálculo consiste en descontar el flujo futuro a una tasa de rentabilidad ofrecida por alternativas de inversión comparables.

\* El Valor presente neto es tomado de la tasa (6%) por 5 que es el periodo de proyección y luego el monto de ahorro por generación de EE cada año.

\*El porcentaje de la tasa, se tomó teniendo en cuenta la variación del IPC actualmente, toda vez que a marzo de 2016 estuvo en 8%, y en 2015 cerró en 6,77%.

\* La entidad que certifica, no solo es CODENSA, puesto que no tiene jurisdicción en algunos municipios del departamento de Cundinamarca, luego la certificación de autogeneración de energía la puede expedir la entidad prestadora del servicio de energía eléctrica de cada municipio.

## Anexo 2

| INCENTIVO 2   |  |
|---|--|
| 1- NOMBRE DEL INCENTIVO   | DESCUENTO INDUSTRIA Y COMERCIO   |
| 2- TIPO DE INCENTIVO  | Financiero   |
| <b>3- OBJETIVO:</b><br>Fomentar el uso de energía eólica en el departamento de Cundinamarca , para garantizar el ahorro y adecuado uso de los recursos naturales, contando con la participación directa de las personas jurídicas que se obligan a pagar el impuesto de industria y comercio .  |  |
| <b>4- META DE APLICACIÓN DEL INCENTIVO:</b><br>Para el año 2021 se propone un mínimo de 415 establecimientos de comercio autogeneren energía eólica y obtengan el descuento en el impuesto de industria y comercio.   |  |
| 5- ENTIDAD RESPONSABLE DE OTORGAMIENTO/FINANCIACIÓN   | Alcaldías y concejos municipales y Concejo Distrital para Bogotá.  |
| 6- DEPENDENCIA RESPONSABLE  | Subdirección de Proyectos Especiales   |
| 7- POBLACIÓN OBJETIVO (A QUIEN VA DIRIGIDO):  | Contribuyentes que estén obligados a pagar impuesto de industria y comercio.   |
| 8- SECTOR ECONOMICO Y SOCIAL A QUIEN BENEFICIA  | INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS  |
| <b>9 -DESCRIPCION DEL INCENTIVO:</b><br>Incentivo de carácter financiero del 10%, el cual va a ser descontado en el recibo del impuesto de industria y comercio, estará a cargo de las Secretarías de Hacienda Municipales , entidades encargadas de recaudar este impuesto; iniciando con 200 personas jurídicas y/o establecimientos de comercio en el año 1 y 415 en el año 5, obteniendo un incremento del 20% anual de hogares que autogeneren energía eólica. |  |
| 10- FORMULA DE CÁLCULO:   | $i = VIC \cdot 0,10\%$<br>Donde:<br>i= Incentivo<br>VIC= Valor del Impuesto de Industria y Comercio<br>0,10%= Porcentaje para obtener el valor del impuesto de Industria y Comercio. |

| 11- PRESUPUESTO ESTIMADO ANUAL DEL COSTO DEL INCENTIVO PARA LA ENTIDAD   |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
|--|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| EGRESOS  |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| Año  | 0                 | 1                  | 2                  | 3                               | 4                  | 5                  |                     |
| Costo de la mercancía (aerogenerador)  | \$ 1.500.000      |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| Costo de la instalación  | 150000            |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| Costo del mantenimiento anual  |                   | \$ 75.000          | \$ 75.000          | \$ 75.000                       | \$ 75.000          | \$ 75.000          | \$ 75.001           |
| TOTAL EGRESOS  | \$ 1.650.000      | \$ 75.000          | \$ 75.000          | \$ 75.000                       | \$ 75.000          | \$ 75.000          | 75001               |
| INGRESOS   |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| Ahorro KWh por persona jurídica  |                   | \$ 264.000,00      | \$ 279.840,00      | \$ 296.630,40                   | \$ 314.428,22      | \$ 333.293,92      | \$ 353.291,55       |
| Descuento por generar energía eólica ante  | 10%               | \$ 120.000,00      | \$ 120.000,00      | \$ 120.000,00                   | \$ 120.000,00      | \$ 120.000,00      | \$ 120.000,00       |
| TOTAL DE INGRESOS  |                   | \$ 384.000,00      | \$ 399.840,00      | \$ 416.630,40                   | \$ 434.428,22      | \$ 453.293,92      | \$ 473.291,55       |
| FLUJO NETO   | \$ (1.650.000,00) | \$ 309.000,00      | \$ 324.840,00      | \$ 341.630,40                   | \$ 359.428,22      | \$ 378.293,92      | 398290,5525         |
| TIR  | 7%                |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| Empresas que autogeneren por año   |                   | \$ 200,00          | \$ 240,00          | \$ 288,00                       | \$ 345,60          | \$ 414,72          |                     |
| Valor de ventas promedio anual   |                   | \$ 300.000.000     | \$ 300.000.000     | \$ 300.000.000                  | \$ 300.000.000     | \$ 300.000.000     |                     |
| Porcentaje para calcular impuesto de industria y comercio del 2-10   |                   | \$ 0,01            | \$ 0,01            | \$ 0,01                         | \$ 0,01            | \$ 0,01            |                     |
| Pago por impuesto de industria y comercio  |                   | \$ 2.400.000,00    | \$ 2.400.000,00    | \$ 2.400.000,00                 | \$ 2.400.000,00    | \$ 2.400.000,00    |                     |
| Descuento por generar energía eólica   | 10%               | \$ 240.000,00      | \$ 240.000,00      | \$ 240.000,00                   | \$ 240.000,00      | \$ 240.000,00      |                     |
| Ahorro por generación de EE.   |                   | \$ (48.000.000,00) | \$ (57.600.000,00) | \$ (69.120.000,00)              | \$ (82.944.000,00) | \$ (99.532.800,00) | \$ (357.196.800,00) |
| TASA / IPC   | 6%                |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| Valor Presente   |                   | \$214.325.069,41   |                    |                                 |                    |                    |                     |
| 12- FUENTE DE LOS FONDOS PARA EL OTORGAMIENTO DEL INCENTIVO:   |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| Los concejos municipales y el concejo Distrital, creará un rubro presupuestal en el cual se verá reflejado el descuento por autogeneración de energía eólica, donde las Secretarías de Hacienda serán las entidades encargadas de imprimir los recibos con el respectivo descuento.  |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| 13- MODALIDAD DEL BENEFICIO (ÚNICO, O PERIÓDICO)   |                   |                    |                    | Periódico durante 5 años.       |                    |                    |                     |
| 14- TIEMPO POR EL CUAL SE APLICARÁ EL INCENTIVO  |                   |                    |                    | 5 AÑOS                          |                    |                    |                     |
| 15- ENTIDAD QUE CERTIFICA AUTOGENERACION DE ENERGIA:   |                   |                    |                    | CODENSA S.A. E. S. P, MME, UPME |                    |                    |                     |
|  |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
|  |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| * TIR: Es el valor total de ingresos menos el valor total de egresos   |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| *RENTABILIDAD: Podemos concluir que el consumidor puede obtener el valor de la inversión inicial en cinco (5) años, toda vez que es bajo el valor del consumo en KWh; terminado el año 5 empiezo a ver la rentabilidad del proyecto, puesto que el aerogenerador ya es de su propiedad, y el gasto que tiene es el mantenimiento anual del equipo. |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| * DURABILIDAD: Se da garantía de 10 años de vida útil a las turbinas que hacen funcionar los aerogeneradores   |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| *11- Es el valor recaudado según 18,000 establecimientos de comercio en Cundinamarca que se obligan a pagar industria y comercio teniendo en cuenta la información brindada por la Gobernación de Cundinamarca en el plan departamental de desarrollo; este valor no es fijo cada año, puesto que incrementa el valor del IPC.                     |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| * Valor del 2 - 10 *1000   |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |
| * El Valor presente neto es tomado de la tasa (6%) por 5 que es el periodo de proyección y luego el monto de ahorro por generación de EE cada año.   |                   |                    |                    |                                 |                    |                    |                     |

Anexo 3.

| INCENTIVO 3   |                   |               |   |               |               |               |               |
|---|-------------------|---------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1- NOMBRE DEL INCENTIVO   |                   |               | DESCUENTO POR IMPORTACIÓN   |               |               |               |               |
| 2- TIPO DE INCENTIVO  |                   |               | Directo - Financiero  |               |               |               |               |
| 3- OBJETIVO:<br>Fomentar el uso de energía eólica en el departamento de Cundinamarca con incentivos, para garantizar el ahorro y adecuado uso de los recursos naturales, contando con la participación directa de el Ministerio de minas y energía.   |                   |               |   |               |               |               |               |
| 4- META DE APLICACIÓN DEL INCENTIVO:<br>Para el año 2021 se propone un mínimo de 50 empresas que importen equipos para autogenerar y consumir energía, por medio del recurso eólico.  |                   |               |   |               |               |               |               |
| 5- ENTIDAD RESPONSABLE DE OTORGAMIENTO/FINANCIACIÓN   |                   |               | Ministerio de Minas y Energía   |               |               |               |               |
| 6- DEPENDENCIA RESPONSABLE  |                   |               | Dirección de energía eléctrica  |               |               |               |               |
| 7- POBLACIÓN OBJETIVO (A QUIEN VA DIRIGIDO):  |                   |               | Personas Jurídicas  |               |               |               |               |
| 8- SECTOR ECONOMICO Y SOCIAL A QUIEN BENEFICIA  |                   |               | Industrial y de Servicios   |               |               |               |               |
| 9 -DESCRIPCION DEL INCENTIVO:<br>Este incentivo está diseñado para las personas jurídicas que importen equipos para autogenerar energía eólica en el departamento de Cundinamarca, teniendo en cuenta que actualmente para este tipo de mercancía no hay gravamen alguno (según arancel de aduanas reflejado por la DIAN) para importarla y la Ley 1715 de 2014, elimina el IVA por importación, sumado a esto el MME - Ministerio de Minas y Energía mediante el Decreto 1623 del 11 de agosto de 2015, dispone de recursos para financiar proyectos de generación de energía eléctrica por medio de las FNCE. |                   |               |   |               |               |               |               |
| 10- FORMULA DE CÁLCULO:   |                   |               | i= VM*0,50%<br>Dónde:<br>i= Incentivo<br>VM= Valor de la mercancía 0,50%= Porcentaje de descuento por importación de mercancía para EE por parte del MME. |               |               |               |               |
| 11- PRESUPUESTO ESTIMADO ANUAL DEL COSTO DEL INCENTIVO PARA LA ENTIDAD  |                   |               |   |               |               |               |               |
| EGRESOS   |                   |               |   |               |               |               |               |
| Año   | 0                 | 1             | 2   | 3             | 4             | 5             |               |
| Costo de la mercancía (aerogenerador)   | \$ 1.500.000      |               |   |               |               |               |               |
| Costo de la instalación   | \$ 150.000        |               |   |               |               |               |               |
| Costo del mantenimiento anual   |                   | \$ 75.000     | \$ 75.000   | \$ 75.000     | \$ 75.000     | \$ 75.000     | \$ 75.001     |
| TOTAL EGRESOS   | \$ 1.650.000      | \$ 75.000     | \$ 75.000   | \$ 75.000     | \$ 75.000     | \$ 75.000     | 75001         |
| INGRESOS  |                   |               |   |               |               |               |               |
| Ahorro KWH por persona jurídica   |                   | \$ 280.000,00 | \$ 296.800,00   | \$ 314.608,00 | \$ 333.484,48 | \$ 353.493,55 | \$ 374.703,16 |
| Descuento por generar energía eólica anual  | 50%               | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00   | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00 | \$ 120.000,00 |
| TOTAL DE INGRESOS   |                   | \$ 400.000,00 | \$ 416.800,00   | \$ 434.608,00 | \$ 453.484,48 | \$ 473.493,55 | \$ 494.703,16 |
| FLUJO NETO  | \$ (1.650.000,00) | \$ 325.000,00 | \$ 341.800,00   | \$ 359.608,00 | \$ 378.484,48 | \$ 398.493,55 | 419702,1617   |

|   |              |                    |                    |   |                    |                    |                     |
|---|--------------|--------------------|--------------------|---|--------------------|--------------------|---------------------|
| <b>TIR</b>  | <b>9%</b>    |                    |                    |   |                    |                    |                     |
| Valor del kWh por la cantidad de empresas que importen  |              | \$ (10.080.000,00) | \$ (12.821.760,00) | \$ (16.309.278,72)  | \$ (20.745.402,53) | \$ (26.388.152,02) |                     |
| Empresas o Industrias que autogeneren EE por año  |              | \$ 36,00           | \$ 43,20           | \$ 51,84  | \$ 62,21           | \$ 74,65           |                     |
| Valor de ventas promedio anual  |              | \$ 300.000.000     | \$ 300.000.000     | \$ 300.000.000  | \$ 300.000.000     | \$ 300.000.000     |                     |
| Porcentaje para calcular el valor del subsidio del 2-10 * 1000  |              | \$ 0,01            | \$ 0,01            | \$ 0,01   | \$ 0,01            | \$ 0,01            |                     |
| Pago por valor de la mercancía  |              | \$ 2.400.000,00    | \$ 2.400.000,00    | \$ 2.400.000,00   | \$ 2.400.000,00    | \$ 2.400.000,00    |                     |
| Descuento por generar energía eólica  | 0,5          | \$ 1.200.000,00    | \$ 1.200.000,00    | \$ 1.200.000,00   | \$ 1.200.000,00    | \$ 1.200.000,00    |                     |
| Ahorro por generación de EE.  |              | \$ (43.200.000,00) | \$ (51.840.000,00) | \$ (62.208.000,00)  | \$ (74.649.600,00) | \$ (89.579.520,00) | \$ (321.477.120,00) |
| <b>TASA / IPC</b>   | <b>0,06</b>  |                    |                    |   |                    |                    |                     |
| Valor Presente  |              | \$ 192.892.562,47  |                    |   |                    |                    |                     |
| Empresas que importen equipos para autogenerar y consumir EE.   |              | 36                 | 39                 | 42  | 46                 | 50                 |                     |
| Costo anual promedio de la mercancía  |              | \$ 9.500,00        | \$ 9.500,00        | \$ 9.500,00   | \$ 9.500,00        | \$ 9.500,00        |                     |
| Porcentaje para calcular subsidio por importación   |              | 25%                | 25%                | 25%   | 25%                | 25%                |                     |
| Pago por importación de la mercancía  |              | \$ 9.500,00        | \$ 9.500,00        | \$ 9.500,00   | \$ 9.500,00        | \$ 9.500,00        |                     |
| Ahorro por uso de la mercancía  |              | \$ 2.375,00        | \$ 2.375,00        | \$ 2.375,00   | \$ 2.375,00        | \$ 2.375,00        |                     |
| Ahorro por importar y generación de EE.   |              | \$ (85.500,00)     | \$ (92.625,00)     | \$ (99.750,00)  | \$ (109.250,00)    | \$ (118.750,00)    | \$ (505.875,00)     |
| <b>TASA / IPC</b>   | <b>6,00%</b> |                    |                    |   |                    |                    |                     |
| Valor Presente  |              |                    | \$ 413.580,41      |   |                    |                    |                     |
| <b>12- FUENTE DE LOS FONDOS PARA EL OTORGAMIENTO DEL INCENTIVO</b>  |              |                    |                    |   |                    |                    |                     |
| La Dirección de Energía eléctrica del Ministerio de minas y energía en cabeza del Presidente de la República de Colombia. |              |                    |                    |   |                    |                    |                     |
| <b>13- MODALIDAD DEL BENEFICIO (ÚNICO, O PERIÓDICO)</b>   |              |                    |                    | Único en el evento de importar los equipos para autogeneración de EE. |                    |                    |                     |
| <b>14- TIEMPO POR EL CUAL SE APLICARÁ EL INCENTIVO</b>  |              |                    |                    | 5 AÑOS  |                    |                    |                     |
| <b>15- ENTIDAD QUE CERTIFICA AUTOGENERACION DE ENERGIA:</b>   |              |                    |                    | CODENSA S.A. E. S.P, CREG, MME.                                       |                    |                    |                     |